

El impulso del sector público en la implementación de Building Information Modelling en países de América Latina

Úrsula Carreño
Zoila Llempén López
Andrés Muñoz Miranda

Sector de Instituciones
para el Desarrollo
División de Gestión Fiscal

NOTA TÉCNICA N°
IDB-TN-2637

El impulso del sector público en la implementación de Building Information Modelling en países de América Latina

Úrsula Carreño
Zoila Llempén López
Andrés Muñoz Miranda

Enero 2023

Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo

Carreño, Úrsula.

El impulso del sector público en la implementación de Building Information Modelling en países de América Latina / Úrsula Carreño, Zoila Llampén López, Andrés Muñoz Miranda.

p. cm. — (Nota técnica del BID ; 2637)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Public administration-Automation-Economic aspects-Latin America 2. Internet in public administration-Economic aspects-Latin America. 3. Infrastructure (Economics)-Effect of technological innovations on-Latin America. 4. Information technology-Economic aspects-Latin America.

I. Llampén, Zoila. II. Muñoz M., Andrés F. III. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Gestión Fiscal. IV. Título. V. Serie.

IDB-TN-2637

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2023 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Nótese que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



EL IMPULSO DEL SECTOR PÚBLICO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE **BUILDING INFORMATION MODELLING** EN PAÍSES DE AMÉRICA LATINA



Úrsula Carreño | Zoila Llempén López | Andrés Muñoz Miranda

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	VII
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 CONTEXTO DE BIM.....	3
3 AVANCES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN AMÉRICA LATINA.....	7
4 DESARROLLO DE UN ÁREA BIM EN EL INTERIOR DEL SECTOR PÚBLICO	21
5 MODIFICACIONES NORMATIVAS NECESARIAS PARA IMPLEMENTAR BIM EN EL SECTOR PÚBLICO	27
6 RIESGOS FISCALES EN LA ADOPCIÓN DE BIM EN PROYECTOS PÚBLICOS.....	35
7 DESARROLLO DE <i>BUILDING BLOCKS</i> EN UNA UNIDAD DE INVERSIÓN PARA LA ADOPCIÓN DE BIM	41
8 EXPERIENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN BIM EN AMÉRICA LATINA	45
9 RECOMENDACIONES FINALES	49
REFERENCIAS	51

RESUMEN EJECUTIVO¹

La digitalización del sector público, a través de la implementación de Building Information Modelling (BIM), busca optimizar el uso de recursos y procesos, adoptar tecnologías (*hardware* y *software*) y coordinar y capacitar equipos multidisciplinarios, con el objetivo de mejorar el desempeño en los procesos de diseño, construcción, operación y mantenimiento de los proyectos de infraestructura.

Si bien en América Latina el uso de BIM por parte del sector público es incipiente (se inicia en 2016 en Chile), existe un intenso trabajo de transición en los países que se toman como base para el análisis regional: Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica y Perú.² En ellos, se distinguen importantes esfuerzos para diseñar, planificar y ejecutar sus planes de implementación, los cuales se estima concretar en un horizonte de entre cinco y ocho años.

Para la adopción de BIM, el liderazgo del sector público resulta fundamental. Este debe proveer lineamientos que se apliquen en todas las dimensiones de los sectores participantes en el proceso, disminuyendo los costos de transacción al compartir la información y trabajar con ella, proponer y generar las vías o los canales de comunicación necesarios para fortalecer los mecanismos de transparencia y rendición de cuentas, así como propiciar el uso de un lenguaje común.

Será también su responsabilidad generar la inversión en capacitación institucional, impulsar el trabajo conjunto entre el sector privado y el ámbito académico, y establecer un marco normativo completo y estructurado. Dicha normativa deberá ser ampliada y complementada por aquellas directrices necesarias para dar certeza legal a cada participante, donde el Estado, así como todos los actores involucrados (diseñadores, técnicos, consultores, servidores públicos, contratistas, subcontratistas), tengan la garantía de colaborar de manera conjunta sin consecuencias legales.

Designar un responsable, sea un administrador o un área específica dentro del sector público, será de gran relevancia, ya que fortalecerá el óptimo uso de BIM, contará con el respaldo

¹ Los autores agradecen los valiosos comentarios de sus colegas del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en especial de Edna Armendáriz, Carola Pessino, Alejandro Rasteletti, Claudia Suaznábar y Pauline Henriquez, así como a Andrea Guardia Muguruza, consultora del BID. Además, reconocen el aporte de los equipos técnicos de los países que colaboraron en las entrevistas y que brindaron información clave y perspectivas interesantes.

² Se destacan también Argentina, Uruguay y México, que, junto con los países mencionados, forman parte de la Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos. Por su parte, El Salvador ha empezado a recibir apoyo del BID para la adopción de BIM.

institucional y coordinará el trabajo en equipo de todos los grupos (sectores público y privado, ámbito académico y profesionales de las tecnologías de la información).

Es importante señalar que la implementación de BIM supone importantes retos asociados (administrativos, legales, financieros, tecnológicos, y de fortalecimiento de la capacidad institucional), que, si no se atienden, podrían generar efectos adversos en la planificación y la ejecución fiscal. En este

sentido, el uso de la metodología BIM en la infraestructura pública requiere tanto de una correcta y detallada planificación como del reconocimiento de cada uno de los desafíos que conlleva. Solo así se obtendrían los resultados esperados en cuanto a un equilibrio fiscal que asegure sostenibilidad económica a mediano y largo plazo e impulse el crecimiento y el desarrollo de diferentes industrias en el interior de cada país de la región de América Latina.



1

INTRODUCCIÓN

En el marco de la transición tecnológica a nivel mundial, se busca identificar las implicaciones de la adopción de la metodología Building Information Modelling (BIM) en el sector público en distintos países de América Latina.

Si bien más adelante se dará una definición integral de BIM, cabe destacar que se trata de una metodología fundamentada en la innovación tecnológica que permite a equipos multidisciplinarios administrar y coordinar digitalmente procesos para planificar, diseñar, construir y operar conjuntamente obras de infraestructura. El modelo BIM proporciona una forma de generar y compartir información entre interesados, lo que facilita la interacción de todos los sectores involucrados en los proyectos de construcción, en su planificación, diseño, operación y mantenimiento.

A la fecha, la aplicación de BIM ha sido implementada fuertemente en varias regiones del mundo, como América del Norte, Europa, Asia y Australia. En América Latina, en Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica y Perú se está llevando adelante un esfuerzo importante para poner en funcionamiento plataformas tecnológicas en el sector de las finanzas públicas y para adoptar y fomentar el uso de BIM a nivel nacional. En este proceso, resulta necesario considerar los hitos que pueden favorecer o desfavorecer

su oportuna implementación; entre ellos, la capacidad de gestión de las áreas que se ocupan de la infraestructura, de los procesos licitatorios, de las adecuaciones al marco normativo-financiero público vigente o de los riesgos fiscales ante la falta de capacidad técnica e institucional.

A nivel internacional, un país líder y pionero en la implementación de BIM es el Reino Unido. El objetivo principal del gobierno era reducir el costo inicial de la construcción y el de todo el ciclo de vida de los activos del sector público alrededor del 33%. Para ello, en 2011 publicó su Estrategia de Construcción³ y, en 2016, ordenó un nivel mínimo de BIM en todos los proyectos del gobierno central. Para fortalecer esta estrategia, publicó también Construcción 2025,⁴ un documento donde se definen metas para lograr mejoras en costos, tiempos de entrega, infraestructura verde, etc.

En el contexto de transición tecnológica hacia la digitalización del sector público y la publicación de estrategias en torno a BIM en varios países de América Latina, existen oportunidades de éxito para mejorar la eficiencia y la eficacia de la inversión en obra pública, en función del plan de

³ Véase <https://www.globalbim.org>.

⁴ Véase <https://www.globalbim.org>.

implementación y del reconocimiento de los principales hitos, procesos, capacitaciones y fortalezas fiscales y normativas.

Este estudio proporciona la base a partir de la cual se identificarán los avances y los efectos de la puesta en marcha de la metodología BIM en

países de América Latina, considerando los principales retos de gestión, capacitación, fiscales y normativos. Adicionalmente, contiene información obtenida a partir de entrevistas realizadas a referentes del sector público que impulsan su implementación.



CONTEXTO DE BIM

La innovación tecnológica forma parte de los componentes fundamentales para impulsar un crecimiento económico nacional y fomentar un desarrollo sostenible (Ernst y Kim, 2002; Jiancheng y Kaihua, 2012). Particularmente, la metodología BIM es uno de los cambios tecnológicos recientes que han favorecido a la industria del diseño y la construcción, logrando sinergias entre los sectores de la arquitectura, la ingeniería y la construcción y mejorando las prácticas laborales y las estrategias de comunicación entre distintos actores en tiempo real.

En este marco, es importante definir qué se entiende por BIM (EU BIM Task Group, 2018):

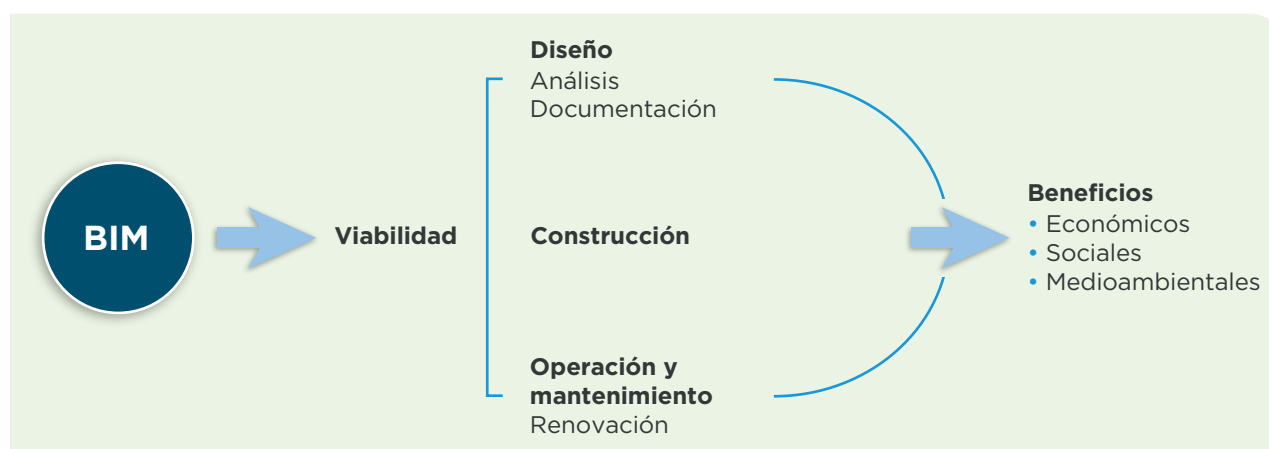
El BIM es un modelo digital de construcción y de operación y mantenimiento de activos que aúna tecnología, mejoras en los procesos e información digital con el fin de optimizar los resultados de los clientes y de los proyectos, y la explotación de los activos. BIM es un factor estratégico para enriquecer la adopción de decisiones relativas tanto a los edificios como a las infraestructuras públicas a lo largo de todo su ciclo de vida. Se aplica fundamentalmente a nuevos proyectos de construcción y apoya la renovación, la reforma y el mantenimiento del

entorno construido, que representa la mayor parte del sector.

Si bien el sector privado ha sido el principal ejecutor de BIM, su implementación se ha fortalecido en el sector público en la última década en distintas regiones del mundo como una metodología capaz de lograr objetivos en términos de costos y de calidad, y de garantizar beneficios económicos, medioambientales y sociales. De esta manera, los gobiernos son actores fundamentales para establecer el liderazgo y la coordinación de las estrategias (David y Steinmueller, 1994), las líneas de acción y los planes de implementación a nivel nacional, fomentando la capacitación de los trabajadores y de los potenciales ejecutores, así como la transición hacia una digitalización del sector de la construcción.

Las políticas públicas orientadas a promover la inversión y el uso de nuevas tecnologías podrían tener un efecto muy significativo en el sector industrial y de servicios (Herrera y Nieto, 2008). En este aspecto, el modelo BIM, entendido como una tecnología y una metodología de colaboración y administración virtual entre distintos actores en el desarrollo y la ejecución de infraestructura, tiene un gran potencial si su aplicación se acompaña con la promoción y la dirección del sector público.

GRÁFICO 1 ● IMPLEMENTACIÓN BIM



Fuente: Elaboración propia.

En la institucionalización de BIM, los gobiernos presentan roles indispensables para lograr que los distintos actores (sectores privado y académico, cámaras relacionadas con la construcción, etc.) cooperen y se sumen al esfuerzo nacional. Entre las actividades más importantes, se destacan: 1) impulsar, construir y coordinar la estrategia nacional BIM, 2) regular, 3) capacitar, 4) financiar, 5) aplicar la metodología y 6) favorecer la investigación (Cheng y Lu, 2015).

A nivel internacional, existen varios casos de éxito en la implementación de BIM en el sector público, algunos de ellos en Estados Unidos, el Reino Unido, los países nórdicos, Singapur, Hong Kong y Australia. Si bien cada uno de estos países han llevado a cabo grandes esfuerzos por adoptar el uso de BIM en el sector público, resulta interesante analizar el caso del Reino Unido, uno de los pioneros y líderes en el mundo en la implementación de la estrategia nacional BIM.

Estrategia BIM en el Reino Unido

El proyecto se inició en 2009 como respuesta a la crisis financiera global en el mercado inmobiliario y a la identificación de proyectos de bajo valor y mala calidad en el sector de la construcción. En este contexto, el gobierno y dicho sector trabajaron de manera conjunta y definieron una estrategia para fortalecer la competitividad y la eficiencia

en el desarrollo y en la ejecución de la infraestructura, a través de la implementación gradual de BIM en los proyectos públicos.

El programa se llevó a cabo en tres fases con una inversión conjunta de alrededor de US\$7 millones en un lapso de cinco años, por parte del sector privado (inversor mayoritario) y del Departamento del Tesoro, principalmente orientada a la capacitación del sector público. Las fases se pusieron en marcha a través del Plan Nacional de Implementación BIM.

Fase I

Se identificó a un patrocinador del sector público y se establecieron las motivaciones y los objetivos para institucionalizar el uso de BIM; se analizaron las causas y efectos potenciales de su implementación, así como los costos.

- Se desarrolló un caso de negocios donde se establecieron los beneficios y se estimó una inversión factible para la implementación de BIM.
- El sector público declaró y estableció un compromiso para llevar a cabo el Programa Nacional BIM y delineó las metas anuales.

Fase II

Se publicó la Estrategia BIM Nacional y el Plan de Implementación de Alto Nivel, cuyo objetivo

principal es mejorar las capacidades del sector público, conformar un grupo multidisciplinario para su implementación y establecer los cambios en las políticas públicas y la normativa correspondiente.

Fase III

Se desarrolló un conjunto homologado de estándares (normas ISO) y un marco legal sobre la base de la definición internacional de BIM.

Se inició con proyectos piloto y, posteriormente, se implementó obligatoriamente para todos los proyectos.

Este plan ha servido de marco de referencia para diversos países en el mundo, entre ellos, Chile, Colombia y Perú en América Latina.

Durante la ejecución de la estrategia, hubo resistencia por parte de la industria a cambiar procesos tradicionales e incluir uno adicional. Sin embargo, con la publicación del Plan Nacional de Implementación BIM, la creación del Grupo BIM de la Unión Europea (EU BIM Task Group) y la puesta en marcha de diversos talleres se mostraron los beneficios del uso de la metodología, se definieron las prioridades de los ministerios que fungían como líderes de sector, se llevaron a cabo cambios en políticas públicas, normativas a nivel nacional y acciones de modernización institucionales y organizacionales, con lo que se facilitó su aplicación. De esta manera, todos los actores fueron partícipes de su implementación, a partir de lo cual internalizaron el proceso y se apropiaron de él.

Si bien existen retos y barreras en la adopción de BIM, su uso se ha extendido alrededor de distintas regiones del mundo debido a sus efectos positivos en materia de ahorro; algunas estimaciones arrojan una reducción de costos de entre el 15% y el 25% para diversos proyectos de infraestructura (BCG, 2016); adicionalmente, la optimización de recursos permitiría obtener mejoras sociales y medioambientales.

Por ello, la aceleración de la implementación de BIM dependerá, en gran medida, del liderazgo y la coordinación del sector público, así como del reconocimiento de la importancia de un trabajo en equipo entre el propio sector público, el sector privado y el ámbito académico. De lograrse, existirían resultados muy significativos en relación con la rentabilidad y la productividad de los sectores de la arquitectura, la ingeniería y la construcción, tal como se menciona en el *Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo*:

La visión adoptada consiste en crear, junto con el sector privado, un mercado digital de la construcción competitivo y abierto que establezca el estándar mundial.

La institucionalización de BIM a nivel nacional impulsará la digitalización, la automatización y las capacidades técnicas en el sector público. Además, el sector de la construcción obtendrá resultados eficientes en materia de costos y plazos certeros en la ejecución de las obras, lo que permitirá una mejor planificación para hacer frente a los desafíos estructurales y para cumplir metas públicas en infraestructura, beneficios que se traducen en ahorros fiscales y en la posibilidad de reasignar recursos para poner en funcionamiento obra pública adicional, ya sea para su construcción y/u operación y mantenimiento como para lograr mayor transparencia en la rendición de cuentas para todos los actores involucrados y para los ciudadanos.

Sobre la base de las oportunidades que plantea la metodología BIM y la experiencia de distintos países líderes en su adopción, resulta muy importante evaluar los avances y los retos en América Latina para su exitosa institucionalización a través de cada estrategia de implementación nacional.



AVANCES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN AMÉRICA LATINA

En América Latina, la adopción de la metodología BIM en el sector público ha sido más reciente que en otras regiones del mundo, como América del Norte (principalmente Estados Unidos) y Europa (Reino Unido). Sin embargo, en el último lustro, se ha registrado un fuerte entusiasmo para entenderla y adoptarla en el mediano plazo, con el objetivo de fortalecer la digitalización y la innovación tecnológica de los gobiernos nacionales, alcanzando sinergias con los distintos sectores de la arquitectura, la ingeniería y la construcción.

Si bien la implementación de BIM en América Latina es incipiente y heterogénea,⁵ a partir de 2016, en varios países de la región, han existido esfuerzos por definir una estrategia encaminada para impulsarla en distintas etapas del proceso de desarrollo de infraestructura. Las actividades llevadas a cabo han buscado diseñar programas, comités o áreas responsables, delimitar metas y, a través de seminarios, socializar y fundamentar las ventajas y las bondades de los modelos BIM. En 2018, Planbim de Chile impulsó la creación de la Red BIM de Gobiernos

Latinoamericanos, que actualmente está integrada por representantes del sector público de los países fundadores: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Perú y Uruguay, y cuenta con cofinanciamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta iniciativa busca acelerar los programas de implementación de BIM mediante un trabajo colaborativo que promueva el intercambio comercial de conocimiento en la región.

En la transición para implementar BIM, la directriz del sector público será fundamental y, en este sentido, deberá actuar como líder y coordinador nacional. Los gobiernos nacionales podrán desempeñar distintos roles, desde la creación de un plan nacional hasta impulsar nuevos proyectos, apoyar con fuentes alternas de financiamiento y ser facilitadores entre los distintos sectores y actores involucrados en el uso de BIM. El BID ha apoyado

⁵ La encuesta regional sobre el uso de BIM en América Latina y el Caribe (2020) muestra que, a nivel de países, el uso de estándares es heterogéneo en la región.

diversas iniciativas para estimular la adopción de BIM a través de políticas públicas en países como Argentina, Colombia, Costa Rica, Perú, República Dominicana y Uruguay.

Recientemente, la labor en América Latina ha sido intensa, por lo que resulta muy importante conocer las estrategias nacionales y los esfuerzos individuales para transitar hacia una digitalización del sector público, incorporar nuevas tecnologías para aprovechar al máximo los tiempos y los costos de la construcción y, de este modo, aplicar el método BIM. En la región, los países con mayores avances son Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica y Perú, por lo que se identifican características de diseño, planificación y ejecución en sus planes de implementación.

Dadas las características de la región, existen retos tangibles en torno a la maduración de BIM, por lo que debe existir pleno convencimiento y apoyo por parte de los gobiernos que buscan su implementación a nivel nacional. Esto garantizará continuidad de programas de largo plazo y una correcta y eficiente ejecución de las políticas públicas.

Caracterización regional

Para entender el estatus actual de los países seleccionados de América Latina, su esfuerzo y transición hacia el uso de BIM en el desarrollo de infraestructura del sector público, es importante analizar dos dimensiones:

1. Estrategia o plan de implementación del país.
2. Aspectos institucionales: roles del sector público, del sector privado y del ámbito académico.

Así, resulta importante contextualizar ambas dimensiones en cada uno de los países en estudio para comparar y contrastar sus esfuerzos e identificar sinergias y convergencias que facilitarán la adquisición de BIM en toda la región.

A continuación, se describen las estrategias BIM para cada uno de los países seleccionados, tomando como base el diseño, la planificación y la ejecución implementada por cada gobierno.

BRASIL

En junio de 2017, se estableció el comité estratégico para la implementación de la Estrategia BIM (EB-BIM) y un grupo de soporte técnico con seis tipos de grupos que resuelven temas específicos:

1. Regulación y estandarización.
2. Infraestructura tecnológica.
3. Plataforma BIM.
4. Compras públicas.
5. Capacitación de recursos humanos.
6. Comunicación.

Diseño

En 2019, se formalizó la iniciativa BIM y el gobierno de Brasil, a través del Decreto N.º 9983/EB-BIM, la hizo obligatoria a partir de 2021.

La EB-BIM está organizada de acuerdo con aspiraciones, objetivos, acciones, indicadores y metas diseñados con base en un preciso esquema lógico y en la implementación de tres fases desde 2021 hasta 2028. Los objetivos son los siguientes:

1. Garantizar la productividad en el sector público de la construcción.
2. Mejorar la calidad de construcción en la obra pública.
3. Mejorar los planes de trabajo, los períodos de ejecución y la estimación de costos.
4. Implementar la sostenibilidad en la construcción para evitar desperdicios en la demolición de obra pública.
5. Reducir el número de variaciones en los proyectos.
6. Mejorar el nivel de habilidades profesionales de aquellas personas que se ocupan de desarrollar los procesos.
7. Minimizar los costos.

Planificación

Para llevar a cabo la EB-BIM, el gobierno lanzó una intensa campaña de difusión y capacitación que contenía las bases para la inversión en BIM y

CUADRO 1 ● ESTRATEGIAS Y ASPECTOS INSTITUCIONALES DE LOS PAÍSES EN ESTUDIO

País	Mandato	Institución	Área promotora BIM	Estrategia y hoja de ruta	Estándares, guías y documentos	Dimensiones	
						Estrategia/plan de implementación del país	Aspectos institucionales: roles de los sectores público, privado y académico
Brasil	Sí (2029)	Ministerio de Industria, Comercio Exterior y Servicios	SIBIM - MOP	Sí	No	<p>En 2019 se formaliza la iniciativa BIM. El gobierno de Brasil, a través del Decreto N.º 9983/EB-BIM, la hace obligatoria a partir de 2021. Se desarrollará en tres fases:</p> <ul style="list-style-type: none">• FI (2021). Realizar proyectos de arquitectura e ingeniería para la construcción de nuevos edificios y/u obras de extensión y modernización en edificios ya existentes.• FII (2024). Llevar a cabo actividades relacionadas con el uso de modelos digitales y con la posibilidad de planear la ejecución de nuevos proyectos.• FIII (2028). Crear y usar modelos digitales y procesos capaces de cubrir todos los aspectos relacionados con el ciclo de construcción.	<p>El gobierno se convierte en el principal promotor de la EB-BIM. Para ello, propone:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Crear una intensa campaña de difusión y capacitación, y establecer las bases para la inversión en BIM y en estándares técnicos, reglas de operación y protocolos para su adopción.2. Generar condiciones favorables para la inversión en BIM tanto del sector público como del privado.3. Intensificar el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías BIM, logrando sinergias con el ámbito académico.4. Actualizar y aplicar soluciones de información y comunicaciones tecnológicas.5. Adaptar programas de investigación, desarrollo e innovación.
Chile	Sí (2020-25)	Corporación de Fomento de la Producción (Corfo) del Ministerio de Economía Fomento y Turismo	Planbim-Corfo	Sí	Sí	<p>En 2016 se suscribió un convenio de colaboración entre el sector público y privado para impulsar la implementación de BIM en la industria de la construcción desde el Estado. La Corfo, que forma parte del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, es responsable de la estrategia BIM a través del Planbim; este tiene dos metas principales que cumplir:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Incorporar los requerimientos BIM en proyectos públicos para 2020.2. Integrar la metodología BIM en la plataforma en línea DOM (Direcciones de Obras Municipales) para 2025.	<p>El Estado asume el liderazgo y desarrolla Planbim, donde se busca incrementar la productividad y la sostenibilidad de la industria de la construcción. Para lograrlo:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Fomenta en las instituciones públicas el desarrollo de capacidades de la metodología BIM en lo referente a procesos, estándares y tecnologías.2. Apoya la capacitación del personal y la implementación de BIM dentro de las instituciones públicas.

(continúa en la página siguiente)

CUADRO 1 ● ESTRATEGIAS Y ASPECTOS INSTITUCIONALES DE LOS PAÍSES EN ESTUDIO (continuación)

País	Mandato	Institución	Área promotora BIM	Estrategia y hoja de ruta	Estándares, guías y documentos	Dimensiones	
						Estrategia/plan de implementación del país	Aspectos institucionales: roles de los sectores público, privado y académico
Colombia	Sí (2026)	Gobierno de Colombia	Grupo de trabajo BIM	Sí	Sí	<p>El Departamento Nacional de Planeación (DNP) busca adoptar la metodología BIM para impulsar la transformación digital del sector de la construcción y lograr un mejor uso de los recursos disponibles y una mayor productividad.</p> <p>El objetivo del DNP es consolidar la estrategia en un horizonte de siete años (2020-2026), lo cual asegura un plan de trabajo consistente con las acciones requeridas para su implementación y una transición gradual.</p>	<p>Liderazgo público que desarrollará:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Marco colaborativo (estándares, guías y plantillas).2. Planes de comunicación y socialización de los avances en la adopción de BIM y conocimientos.3. Desarrollo gradual de capacidades para la implementación práctica. <p>Se contempla:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Mantener la cohesión con el sector privado y adoptar un marco colaborativo.2. Generar capacidades junto con <i>stakeholders</i> y adaptar los planes de estudio.
Costa Rica	No	Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica	CII-BIM	Sí	No	<p>En febrero de 2019, se creó la Comisión Interinstitucional para la Implementación de la Metodología BIM. En febrero de 2020, el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica presentó la Estrategia Nacional BIM Costa Rica (ECR-BIM), que desarrolla siete acciones estratégicas. Además, se diseñó una hoja de ruta de actividades, que fue financiada por una cooperación técnica del BID.</p> <p>La fase inicial se llevará a cabo entre 2020 y 2024 y se focaliza en el cumplimiento de los objetivos específicos y las acciones de la estrategia nacional BIM.</p>	<p>El Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica es el principal promotor de la estrategia, que incluye:</p> <ol style="list-style-type: none">1. La estructura de gobernanza responsable de la ejecución del plan BIM y su sostenibilidad en el tiempo, asegurando la participación pública, privada y del ámbito académico.2. Las competencias de los sectores público, privado y académico para la implementación del plan BIM.3. El mandato gradual de cara a 2024 para la integración de la metodología BIM al Sistema Nacional de Inversión y Compras Públicas.

(continúa en la página siguiente)

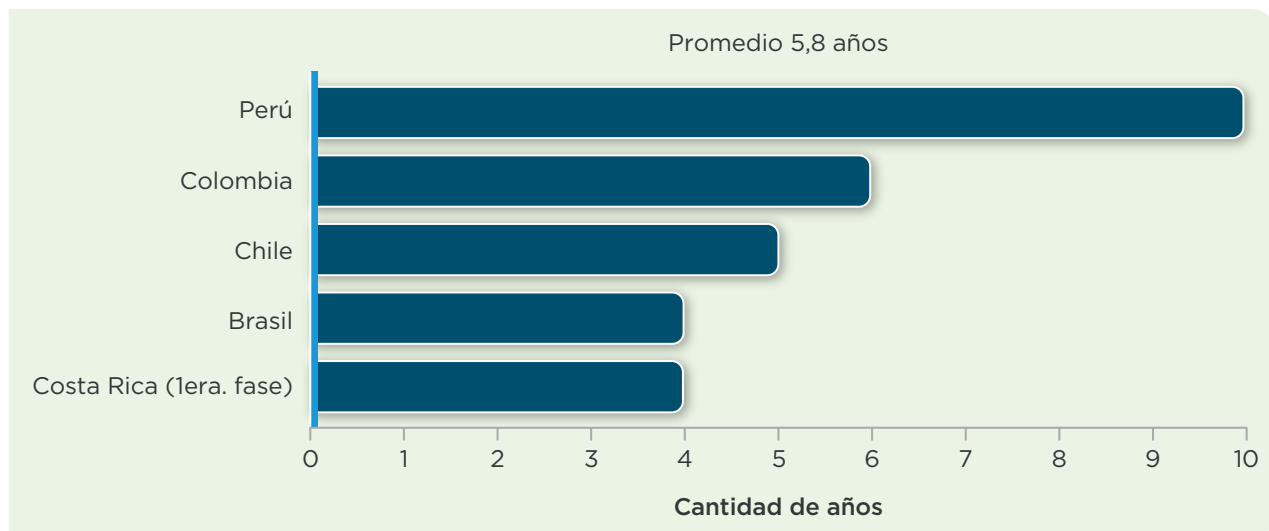
CUADRO 1 ● ESTRATEGIAS Y ASPECTOS INSTITUCIONALES DE LOS PAÍSES EN ESTUDIO (Continuación)

País	Mandato	Institución	Área promotora BIM	documentos			Dimensiones	
				Estándares, guías y ruta	Estrategia y hoja de información	Estrategia/plan de implementación del país	Aspectos institucionales: roles de los sectores público, privado y académico	
México	No	Secretaría de Hacienda y Crédito Público	SHCP	Sin información	No	<p>En marzo de 2019, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) publicó la estrategia nacional de implementación gradual de la metodología BIM en los proyectos de infraestructura pública (EM-BIM). La estrategia se implementará progresivamente en tres fases, en un horizonte de ocho años, 2018-2026, a fin de que las dependencias cuenten con tiempo para analizar sus procesos, realizar los cambios y ajustar su marco normativo al ecosistema de estándares.</p>	<p>El sector público, a través de la Unidad de Inversiones de la SHCP como líder, toma en consideración los siguientes elementos para implementar la estrategia y lograr sinergias con el sector privado y el académico.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fomentar el uso de BIM en los proyectos de infraestructura pública. 2. Mejorar los procesos de los proyectos de infraestructura pública por medio de la metodología y de la aplicación de herramientas tecnológicas. 3. Impulsar la participación en la estrategia del sector privado, el académico y otros organismos para completar la cadena de valor. 4. Utilizar los resultados de la implementación de la metodología para una mejora continua en la infraestructura. 	
Perú	Sí (2030)	Ministerio de Economía y Finanzas	Plan BIM Perú-MEF	Sí	Sí	<p>En septiembre de 2019, se publica el Decreto N.º 289-2019-EF que establece el primer paso hacia la estrategia nacional denominada Plan BIM Perú.</p> <p>En julio de 2019, en el portal del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, se publica el proyecto interministerial N.º 242-2019 con las primeras reglas de operación para el uso de BIM en obras de construcción pública.</p> <p>Para implementar el BIM existen cuatro líneas estratégicas que consideran un periodo de 10 años, de 2020 a 2030.</p>	<p>El gobierno establece los cimientos del liderazgo público a través de la construcción de una política clara sobre los beneficios de BIM y su implementación progresiva en las inversiones públicas en infraestructura. Busca lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Construir un marco colaborativo donde se gestionen la información y los cambios legales y administrativos necesarios para la adopción progresiva de la metodología. 2. Aumentar la capacidad de la industria de la construcción con un desarrollo integral, impulsar la gestión digital y el desarrollo de capacidades de los funcionarios y las entidades involucradas en la ejecución de las inversiones públicas en infraestructura. 3. Comunicar y socializar la visión de manera transparente para que todos los interesados dispongan de las distintas herramientas y medios relacionados con la metodología. 	

MAPA 1 ● PAÍSES SELECCIONADOS



GRÁFICO 2 ● HORIZONTE DE TIEMPO ESTIMADO PARA IMPLEMENTACIÓN DE BIM



el acompañamiento de estándares técnicos, reglas de operación y protocolos para su adopción.

1. Dar a conocer BIM y todos sus beneficios.
 - Crear un plan de comunicación (publicaciones, eventos y medios).
 - Informar a los proveedores sobre la adecuada adopción de BIM.
 - Reducir discrepancias a nivel nacional.
 - Socializar las herramientas de implementación, las reglas y las plataformas.
2. Capacitar al sector público para la adopción de BIM.
 - Establecer planes estructurales para la adopción de la metodología de trabajo en el interior de la administración pública, en paralelo a la renovación de procesos internos.
 - Proveer estándares específicos para BIM, lo cual debe hacer el gobierno federal.
 - Promover colaboraciones internacionales para compartir experiencias mutuas.
3. Crear condiciones favorables para la inversión en la metodología BIM tanto del sector público como del privado.
 - Generar programas con incentivos adecuados para que las micro y pequeñas empresas inviertan.
 - Promover colaboraciones internacionales que atraigan inversiones.
 - Facilitar exenciones fiscales requeridas para la implementación de tecnologías orientadas a BIM.
4. Impulsar la capacitación de procesos y métodos BIM.
5. Establecer las reglas por considerar en los contratos públicos para la implementación de BIM.
 - Modificaciones legislativas y programas gubernamentales.
6. Desarrollar estándares técnicos, reglas de operación y protocolos para la adopción de BIM.
 - Publicar documentos y referencias técnicas, entre ellos, el trabajo de la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (estándares técnicos ABNT/CEE - 134).

- Definir el marco regulatorio de los requerimientos para la certificación de edificios e infraestructura BIM, así como de los profesionales.
7. Desarrollar una plataforma y un archivo nacional BIM.
 8. Impulsar el uso y la elaboración de herramientas BIM.
 9. Intensificar el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías BIM.
 - Actualizar y aplicar soluciones de información y comunicaciones tecnológicas.
 - Adaptar programas a la investigación, el desarrollo y la innovación.
 - Alinear la agenda del sector público con aquellos programas modificados por la EB-BIM.

Ejecución

La EB-BIM se llevará a cabo a partir de tres fases, que se describen a continuación.

Fase I

Iniciada en enero de 2021, se enfoca en proyectos de arquitectura e ingeniería para la construcción de nuevos edificios y/u obras de extensión y modernización en edificios ya existentes.

- Se requieren modelos digitales estructurales y de planta que detecten posibles shocks y la revisión de su información; además, es necesario generar gráficos y extraer estimaciones geométricas.

Fase II

Comenzará en enero de 2024. Busca implementar actividades relacionadas con el uso de modelos digitales y con la posibilidad de planificar la ejecución de nuevos proyectos.

Fase III

Se implementará en enero de 2028. Supone la creación y el uso de modelos digitales y procesos

capaces de cubrir todos los aspectos relacionados con el ciclo de construcción.

- BIM se aplicará a obra nueva, así como a la renovación, la modernización, la administración y la operación de la obra existente.

CHILE

En 2016, se suscribió un convenio de colaboración entre los ministerios de Obras Públicas, de Vivienda y Urbanismo, de Hacienda y de Economía, Fomento y Turismo, la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo), la Cámara Chilena de la Construcción y el Instituto de la Construcción.

Diseño

Corfo es parte del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, y responsable de la estrategia BIM a través del Planbim. Tiene dos metas principales para 2025.

1. Incorporar los requerimientos BIM en proyectos públicos para 2020.
2. Integrar BIM en la plataforma digital DOM (Direcciones de Obras Municipales) para 2025.

Planificación

Para llevar a cabo la hoja de ruta de Planbim, se espera que las instituciones públicas fomenten el desarrollo de las capacidades de la metodología BIM en lo referente a procesos, estándares y tecnologías. Asimismo, se establecen directrices para la estandarización de los requerimientos BIM en las licitaciones públicas, con el objetivo de impulsar su adopción en la industria de la construcción. Esto se fundamenta en:

1. Definir los alcances del mandato BIM para cada institución pública.
2. Precisar los procesos y los requerimientos estandarizados de BIM para los proyectos públicos.
3. Construir un estándar BIM para proyectos públicos.
4. Fomentar y apoyar la capacitación y la implementación de BIM dentro de las instituciones.

A la vista de lo anterior, se cumplirá el objetivo general del plan de incrementar la productividad y la sostenibilidad —social, económica y ambiental— de la industria de la construcción mediante la incorporación de procesos, metodologías de trabajo y tecnologías de la información y las comunicaciones que promuevan la modernización a lo largo de todo el ciclo de vida de las obras, desde su diseño hasta su operación.

Ejecución

Chile es el país más avanzado en la ejecución de BIM en el sector público. A la fecha, algunos de los logros más significativos son los siguientes:

1. Se adhirieron a Planbim diversas instituciones del sector público, entre ellas, 10 ministerios y cinco instituciones públicas.
2. Se ha capacitado a la fuerza laboral de distintos sectores de la industria, incluyendo instituciones públicas, privadas y académicas, a través de cursos ofrecidos por Corfo y Planbim, y de la plataforma *e-learning* cofinanciada por el BID.
3. Se están implementando metodologías BIM con base en openBIM y en formatos interoperables en las instituciones adheridas al plan.
 - Se han generado 231 solicitudes de información estandarizadas para 19 tipologías de proyecto en cinco instituciones públicas.
 - Se ha desarrollado, en conjunto con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu), la Plataforma Automatizada de Revisión de Proyectos (PARPro), que se estima que reducirá un 75% los tiempos de revisión de proyectos.
 - Se está trabajando para integrar BIM en DOM en Línea, una plataforma desarrollada por el Minvu con el apoyo de organizaciones públicas y privadas.
 - La integración permitirá la revisión automatizada de los requisitos urbanísticos de proyectos presentados y servirá como apoyo a la labor de los funcionarios de las direcciones de obra municipales del país, lo que posibilitará aumentar la rapidez y la transparencia del proceso.

4. En junio de 2019, se publicó en español, inglés y portugués el Estándar BIM para Proyectos Públicos, que cuenta con más de 38.000 descargas y es utilizado en diferentes países como documento de referencia.
5. Se publicó material de apoyo BIM para la industria, el cual se puso a disposición de manera gratuita y cuenta con más de 42.622 visualizaciones. Este material está compuesto por fichas, guías y cursos, y contiene más de 96.000 descargas y videos tutoriales relacionados con el Estándar BIM para Proyectos Públicos.
6. Se adoptaron 13 normas ISO relacionadas con BIM y hay ocho en estudio.
7. En 2020 se cumplió la meta de incorporar gradualmente la metodología BIM en los proyectos públicos.
8. En abril de 2022, Planbim publicó el Primer Reporte del Observatorio de Licitaciones Públicas con BIM, que muestra que el 70% de la inversión de proyectos del Ministerio de Obras Públicas, del Ministerio de Salud y del poder judicial está incorporando BIM.
9. Se desarrolló un convenio con proveedores de *software* en el que participan y colaboran entidades que desarrollan soluciones relacionadas con el ámbito tecnológico de la metodología BIM. Uno de los logros de este convenio es el desarrollo de videos explicativos para el uso de los *softwares* BIM, que suman más de 15.000 visualizaciones
10. Se puso a disposición de las organizaciones públicas y privadas la Matriz de Implementación BIM (Mibim), una herramienta de apoyo metodológico diseñada para que las organizaciones realicen una autoevaluación objetiva del estado actual de la incorporación de BIM en sus procesos, y comprendan qué acciones aún tienen pendientes.

COLOMBIA

El Departamento Nacional de Planeación (DNP), junto con el Ministerio de Vivienda, Ciudad y

Territorio (Minvivienda), la Financiera Nacional de Desarrollo (FDN) y el Ministerio de Transporte (Mintransporte), puso en marcha la estrategia BIM, que se denomina Estrategia de fomento para la transformación digital del sector de la construcción e infraestructura.

Diseño

Esta estrategia es la base de toda la industria (de los sectores público, privado y académico) y busca avanzar en la transformación digital de la industria de la construcción y la infraestructura. El gobierno de Colombia plantea una transición gradual que asegurará la creación exitosa de procesos y una demanda de servicios relacionados con BIM por parte del sector público, a nivel regional y nacional.

La estrategia presenta tres objetivos y cuatro pilares para alcanzar en un horizonte de siete años, de 2020 a 2026.

Objetivos

1. Consistencia: A través de un marco BIM colaborativo.
2. Eficiencia: Para ahorrar al menos un 10% de los costos en proyectos de construcción e infraestructura pública.
3. Eficacia: Para el manejo de la información de manera digital a través de un entorno común de datos.

Pilares

1. Liderazgo público
 - Liderar la implementación de la estrategia.
 - Evolucionar hacia nuevas tendencias.
 - Mantener cohesión público-privada.
2. Marco colaborativo
 - Adoptar estándares.
 - Desarrollar guías técnicas.
 - Elaborar plantillas técnicas.
3. Comunicaciones y comunidades
 - Socializar la estrategia.
 - Posicionar la estrategia.
 - Promover redes de colaboración.
4. Desarrollo de capacidades

- Construir capacidades en *stakeholders*.
- Adaptar el plan de estudios.
- Crear procesos de certificación.

A través de los objetivos y los pilares, la estrategia asegura un plan de trabajo consistente con las acciones requeridas para su implementación y una transición gradual.

Planificación

La estrategia será progresiva: siete años para la capacitación y la digitalización del sector de la construcción y su operación. En 2026, deberá permear los conocimientos y los requerimientos también a nivel regional.

Adicionalmente, la estrategia planifica funciones específicas para cada uno de los participantes, que son los siguientes:

- Gobierno nacional
Para alcanzar el impacto estratégico previsto por el plan de transformación, la presidencia y la vicepresidencia de la república adquieren el liderazgo y se encargarán de monitorear el uso de la metodología.
- Comité implementador/directivo
Este órgano de gobierno proporcionará un centro de coordinación estratégico y nacional que permitirá el éxito del programa de transición. También dará forma a las prioridades generales y establecerá la dirección del grupo de trabajo BIM en la elaboración de recomendaciones y de la hoja de ruta de BIM.
- Grupo de trabajo BIM
Su labor principal será apoyar las actividades técnicas y de gestión de las organizaciones y sus proyectos, producir recomendaciones para diseñar la hoja de ruta para la aplicación de BIM y establecer y ejecutar flujos de trabajo específicos para lograr este objetivo.
- Monitoreo
La aceptación del programa depende de un exitoso monitoreo que pueda detectar desviaciones y riesgos con el fin de mitigar y reencausar el programa.

Ejecución

El gobierno de Colombia busca implementar la estrategia en un horizonte de siete años. Durante los dos primeros años, el objetivo es construir una estrategia organizativa que defina:

- El marco de colaboración inicial para la implementación en los proyectos piloto. Las organizaciones nacionales desarrollarán una estrategia de transformación organizativa aliada con el plan de transición nacional.
- Los criterios para la implementación práctica y la generación de demanda pública de la metodología BIM.
- La creación del grupo de trabajo BIM para apoyar a las organizaciones en el despliegue de sus estrategias de transformación organizativa y en el inicio de los proyectos piloto.

Posteriormente, a partir de 2022 y hasta 2025, la meta será incrementar progresivamente los requerimientos para la implementación de BIM en proyectos públicos. La estrategia concluye en 2026 con el uso obligatorio del mandato BIM a nivel nacional.

COSTA RICA

Con el objetivo de aumentar la productividad y la eficiencia del sector de la construcción costarricense, en febrero de 2019 se creó la Comisión Interinstitucional para la Implementación de la Metodología BIM (CII-BIM), que se propone concretar los modelos BIM en todo el ciclo de vida de los proyectos, para así generar valor económico, social y ambiental, utilizando tecnologías y metodologías de trabajo innovadoras.

Diseño

En febrero de 2020, el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, con la cooperación del BID, presentó la Estrategia Nacional BIM Costa Rica (ECR-BIM) a partir de siete acciones decisivas que se trabajaron junto con la Comisión Interinstitucional para la Implementación de la Metodología BIM.

1. Elaborar un plan de trabajo con los lineamientos, roles, acciones y plazos necesarios para garantizar la adecuada adopción de BIM en Costa Rica.
2. Promover el desarrollo de capacidades asociadas a la metodología BIM en los distintos actores de los sectores público, privado y académico.
3. Crear las condiciones de infraestructura tecnológica, conectividad y capacidades para la innovación.
4. Determinar el nivel de adopción de BIM para orientar y priorizar las acciones estratégicas del plan.
5. Elaborar proyectos piloto que generen conocimiento.
6. Impulsar el cambio de normativa para introducir BIM en los carteles de contratación pública.
7. Posicionar el uso de BIM en el sector de la construcción, mediante una estrategia de comunicación.

Planificación

Se elaboró ECR-BIM, un documento de gobernanza que integra los comités de trabajo. Consta de cuatro postulados y establece cómo se planificará la implementación de BIM.

1. ECR-BIM incluye:
 - Una hoja de ruta de las actividades por desarrollar, financiada por una cooperación técnica del BID.
 - La estructuración de los equipos de trabajo.
 - Un conjunto de instrumentos y herramientas para la implementación de la estrategia.
 - La identificación de recursos y fuentes de financiamiento.
2. Establecer la estructura de gobernanza responsable de la ejecución de la ECR-BIM y su sostenibilidad en el tiempo, asegurando la participación pública, privada y académica.
3. Integrar las competencias de los sectores público, privado y académico para la implementación de la estrategia.

4. Determinar un mandato gradual de cara a 2024 para integrar la metodología BIM al Sistema Nacional de Inversión y Compras Públicas.

Ejecución

En una fase inicial, la ECR-BIM propone implementar la metodología BIM entre 2020 y 2024. Este período se focaliza en el cumplimiento de los objetivos específicos y de las acciones estratégicas del plan BIM.

La primera semana de marzo de 2021, el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (Mideplan) presentó de manera virtual los avances y la hoja de ruta para la implementación de la estrategia BIM en el país a través de seis postulados:

1. Promover el desarrollo de capacidades asociadas a la metodología BIM en los distintos actores de los sectores público, privado y académico.
2. Llevar a cabo factores habilitantes: infraestructura tecnológica, conectividad y capacidades para la innovación.
3. Monitorear el nivel de madurez por medio de un diagnóstico de línea base y medición periódica del desarrollo de la adopción de BIM en el país.
4. Generar y fomentar conocimiento en las distintas fases del ciclo de vida del proyecto a través de la elaboración de proyectos piloto.
5. Crear el estándar nacional BIM y otras normativas necesarias para introducir el modelo en los carteles de contratación pública.

Para la implementación de la hoja de ruta, el Mideplan planteó un esquema de gobernanza que habilite y asegure la adopción de BIM en el corto y largo plazo. La estructura contempló, para el corto plazo, la participación de un comité directivo en el nivel estratégico, de una comisión interinstitucional BIM y un coordinador en el nivel táctico, y de comités gestores en el nivel operativo. Para el largo plazo, se incorporó, además, la participación de un comité y un equipo ejecutivos.

PERÚ

La Dirección General de Programación Multianual de Inversiones (DGPMI), en su calidad de ente rector del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, que forma parte del Ministerio de Economía y Finanzas, emite el Plan BIM Perú para garantizar una adecuada ejecución de las inversiones en edificaciones e infraestructura desde el sector público, incorporando procesos, metodologías y tecnologías de la información a lo largo del ciclo de inversión.

El proyecto representa una de las estrategias políticas del Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030, aprobado por Decreto Supremo N.º 237-2019-EF el 28 de julio de 2019 para lograr el objetivo principal de proveer infraestructura de calidad.

Diseño

El Plan BIM Perú surge de manera oficial en 2019 mediante la publicación del Decreto Supremo N.º 237-2019-EF, que establece como medida de políticas 1.2 la adopción progresiva de la metodología BIM en el sector público.

En este documento se formalizan los hitos temporales de 2020, 2021, 2025 y 2030, y se determina que el encargado de desarrollar este plan será el Ministerio de Economía y Finanzas. Adicionalmente, el 19 de julio de 2019, en el portal del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, se publica el proyecto interministerial N.º 242-2019 con las primeras reglas de operación para el uso de BIM en obras de construcción pública.

El Plan BIM Perú incluye:

1. Validaciones preliminares de la aplicación de BIM a través de reglas de operación que permiten monitorear y controlar los resultados obtenidos.
2. Desarrollo del curso de acción y los objetivos prioritarios para la aplicación progresiva de BIM.
3. Implementación de estándares para el uso de BIM.

4. Capacitación en el empleo de la metodología.
5. Estandarización de los requerimientos de BIM.
6. Reglas de operación para habilitar tecnologías BIM.
7. Creación de librerías con objetos BIM.
8. Objetivos, fechas críticas y metas en la adopción obligatoria del modelo.
9. Estrategia para la comunicación y la socialización de BIM.

Planificación

El esquema para su implementación se conforma de una estrategia que busca:

1. Garantizar la aplicación de la metodología BIM en las entidades públicas de los tres niveles de gobierno.
2. Establecer líneas estratégicas que posibiliten ejecutar un plan de implementación progresiva a corto, mediano y largo plazo.
3. Desarrollar estándares y documentos que sirvan como insumo para la implementación BIM.
4. Acompañar mediante asistencia en el desarrollo de capacidades humanas y en proyectos piloto.
5. Implementar una plataforma colaborativa BIM para la gestión de información y ejecución de proyectos.
6. Definir la ruta de acción y los objetivos prioritarios para el uso de la metodología en la inversión de proyectos públicos.
7. Integrar un desarrollo coordinado entre los sectores público, privado y académico.

Ejecución

Para poner en funcionamiento el BIM existen cuatro líneas estratégicas que consideran un período de 10 años, de 2020 a 2030.

1. Establecer el liderazgo público.
Se busca instaurar los cimientos del liderazgo público a través de la construcción de una política clara sobre los beneficios de BIM y su

activación progresiva en las inversiones públicas en infraestructura.

- 2020-2021: Establecer la estructura de gobernanza y la elaboración de una hoja de ruta y de un plan de implementación.
- 2022-2030: Garantizar la continuidad de estrategias y el cumplimiento del plan de implementación.

2. Construir un marco colaborativo.

El objetivo es crear el marco de gestión de la información y realizar los cambios legales y administrativos necesarios para la adopción progresiva de la metodología BIM en el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones.

- 2020-2021: Configurar marcos legales y técnicos que se apliquen en los tres niveles de gobierno.
- 2022-2025: Impulsar la creación de documentos normativos internos de cada entidad y desarrollar herramientas BIM estandarizadas para las inversiones públicas.
- 2026-2030: Asegurar el cumplimiento de los marcos legales y técnicos.

3. Aumento de la capacidad de la industria.

Apunta al desarrollo integral de la industria de la construcción, impulsando la gestión digital y el desarrollo de capacidades de los funcionarios y de las entidades involucradas en la ejecución de las inversiones públicas en infraestructura.

- 2020-2021: Determinar la estrategia de capacitación de personal clave y dar inicio a la primera fase.
- 2022-2025: Ejecutar el plan de capacitaciones a nivel nacional por fases y establecer una

plataforma colaborativa por medio de una biblioteca nacional BIM.

- 2026-2030: Garantizar el cumplimiento y la continuidad de las capacitaciones BIM y expandir la biblioteca nacional BIM.

4. Comunicación de la visión.

Se propone establecer distintas herramientas y medios para que la comunicación a todos los interesados sobre los avances de la implementación de la metodología BIM en los tres niveles de gobierno sea clara y transparente.

- 2020-2021: Posicionar y crear la identidad del Plan BIM Perú y desarrollar herramientas para la comunicación y la difusión de los avances y los beneficios.
- 2022-2025: Fomentar la interacción entre los distintos sectores, y promover las capacitaciones y el desarrollo de herramientas para la comunicación y la difusión de los avances y los beneficios.
- 2026-2030: Proyectar los logros obtenidos a nivel nacional e internacional y continuar con el desarrollo de las herramientas para la comunicación y la difusión de los avances y los beneficios.

Entre los distintos países de América Latina, se observa que las diferentes estrategias plantean una ruta de corto, mediano y largo plazo, con la consideración de un trabajo conjunto entre los sectores público, privado, académico y tecnológico. También exponen la importancia de la digitalización y la capacitación. En este sentido, si el sector público adquiere su rol de líder y coordinador, es muy probable que la institucionalización de BIM a nivel nacional sea exitosa en la región y conlleve ahorros significativos en los activos públicos.



DESARROLLO DE UN ÁREA BIM EN EL INTERIOR DEL SECTOR PÚBLICO

La experiencia internacional ha demostrado que el uso de la metodología BIM genera las condiciones necesarias para fortalecer la competitividad, la eficiencia, el ahorro, la resiliencia ambiental, la transparencia y el cumplimiento de plazos en el desarrollo y la ejecución de proyectos de infraestructura.

La reducción de costos es una de las principales metas. Para lograrla, la coordinación integral entre todos los participantes del proceso de edificación de obra pública y el uso eficiente de recursos resulta fundamental. Por eso, designar un responsable, sea un administrador o un área específica, es indispensable en las fases de implementación y aplicación de BIM.

Al ser el sector público el actor con mayor capacidad para promover el uso de BIM a nivel nacional, resultaría de gran apoyo instalar allí una unidad que se encargue y sea responsable de garantizar su implementación y buen funcionamiento. De esta manera, sería posible consolidar los esfuerzos nacionales, orientarlos hacia un

mismo fin y optimizar el funcionamiento del sector que se ocupa de realizar la obra pública.

El área a cargo tendría como uno de sus principales objetivos maximizar el valor y la calidad de los proyectos, lograr ahorros fiscales y garantizar la sostenibilidad y la competitividad de la industria de la construcción. Esta área deberá contar con la capacidad de interlocución necesaria para convocar a los sectores público, privado y académico a sumar esfuerzos para la implementación de BIM.

La experiencia en países como el Reino Unido, en Europa, y Chile, en América Latina, demuestra que un área de coordinación específica en el interior del gobierno resulta muy ventajosa, ya que define metas y promueve fases para seguir.

Experiencia internacional en áreas BIM

REINO UNIDO

En 2017 se constituyó en el Reino Unido el Centro Digital para la Construcción de Gran Bretaña

(CDBB, por sus siglas en inglés, Centre for Digital Built Britain), que establece una alianza entre el Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial y la Universidad de Cambridge. El CDBB se encarga de diseñar, coordinar e implementar los programas digitales del Reino Unido; su objetivo es implementar políticas públicas que permitan el desarrollo de la infraestructura con visión a futuro e impacto social.

El CDBB está organizado en siete áreas:

1. Junta estratégica.
2. Junta de administración.
3. Equipo central.
4. Equipo de proyectos.
5. Líderes académicos.
6. Investigadores.
7. Equipo para el Programa Nacional Digital.

Dentro del equipo de proyectos se encuentra la unidad internacional, la cual es responsable del programa internacional que coordina la estrategia BIM en el Reino Unido y alrededor del mundo, y comparte el enfoque estratégico de su implementación, su experiencia y las lecciones aprendidas.

El titular de la unidad internacional es también el presidente de EU BIM Task Group, conformado por una red del sector público de más de 20 naciones que fue cofundada por la Comisión Europea para desarrollar un marco regulatorio común que le permitiera al sector público europeo la implementación de BIM.

CHILE

El Ministerio de Economía de Chile, a través de la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo) y su Comité de Transformación Digital, impulsó la iniciativa Planbim y, en 2016, formó un equipo profesional interdisciplinario para su coordinación y desarrollo.

Esta área tiene como objetivo impulsar la estandarización y la incorporación de procesos y entornos más competitivos y eficientes en el uso de los recursos, y facilitar la participación de la

industria y los servicios del país en los mercados globales. Desde un inicio, se establecieron cinco líneas de acción para alcanzar lo siguiente:⁶

1. Institucionalidad y estrategia
Asegurar el respaldo institucional y la estrategia necesaria para el éxito de la implementación de BIM.
2. Estandarización
Generar requerimientos estandarizados con BIM para proyectos públicos.
3. Capital humano
Fomentar la formación de capacidades en la metodología BIM tanto en el sector público como en el privado.
4. Tecnologías habilitantes
Promover el uso de herramientas y plataformas tecnológicas para la industria de la construcción.
5. Comunicación y difusión
Implementar una estrategia de comunicación participativa y generar alianzas que permitan difundir y apoyar diversas acciones de promoción.

Estas líneas de acción han encaminado la implementación de BIM en Chile y, a la fecha, la definición de un área responsable ha demostrado ser exitosa.

Consideraciones para crear y fortalecer un área BIM

Dentro del marco estratégico para la implementación de BIM, resulta relevante revisar el planteo señalado en el *handbook* de EU BIM Task Group, publicado en 2018, donde se enfatizan cuatro áreas prioritarias para considerar:

1. Fomentar el liderazgo del sector público.
2. Comunicar la visión y promover las comunidades.

⁶ Tal como se describe en la presentación Plan BIM. Avances 2017 – Proyección 2018, de Carolina Soto, directora ejecutiva Plan BIM Corfo.

3. Desarrollar un marco de colaboración.
4. Aumentar la capacidad de los clientes y de la industria.

En este contexto, contar con un responsable facilitará la implementación del marco estratégico y, así, el uso de BIM a nivel nacional; asimismo, el área BIM podrá monitorear los avances en el uso de BIM en los países.

Para ello, será importante que el área BIM cuente con los recursos humanos y el presupuesto operativo necesario para llevar a cabo las tareas que se le asignen.

Fomentar el liderazgo del sector público

Para la creación de un área BIM, es muy importante que el sector público actúe como fiel promotor y líder de la implementación de BIM; así, dicha área deberá cumplir, al menos, con la puesta en marcha de las metas prioritarias.

Dentro del plan de trabajo, la nueva área deberá definir motivaciones, visiones y objetivos convincentes, así como generar una propuesta de valor y una estrategia armonizada para la implementación de BIM. También tendrá que estimar el impacto presupuestario de su creación y las implicaciones de los requerimientos de capacitación.

Motivación, visión y objetivos convincentes

El desarrollo y la ejecución de la infraestructura pública bajo la nueva estrategia prevé un área organizada, capaz de promover el uso de BIM y de estimar los beneficios de mediano y largo plazo. Supone un potencial analítico para evaluar el estado actual del sector y para definir las medidas y las metas que facilitarán la transición hacia una aplicación plena de BIM, así como la capacidad de interlocución entre los sectores público, privado y académico.

Sus principales objetivos son: establecer reglas claras (emitir lineamientos y estándares, y adecuar el marco normativo); realizar el acompañamiento y el seguimiento de los procesos desarrollados por los distintos equipos involucrados; mejorar las

condiciones en las relaciones con todos aquellos participantes del proceso (con énfasis en las condiciones contractuales) y desarrollar una metodología que permita llevar a cabo evaluaciones *ex ante* y *ex post* para determinar los ahorros generados por la implementación de BIM.

Sería deseable ubicarla en el ministerio de Hacienda, de Finanzas, de Planeación, de Economía o equivalente, debido a la naturaleza de su objeto, y que tenga personalidad propia e injerencia en la toma de decisiones.

La nueva área fungirá como el enlace entre el sector público y las esferas interesadas de los sectores privado, tecnológico y académico. También dará seguimiento a las metas de mediano y largo plazo, adoptará decisiones que sean de interés para la industria de la construcción y la beneficien, y comunicará periódicamente las actividades, y las metas alcanzadas a todos los interesados.

De esta forma, se logrará una sinergia positiva entre todos los actores del sector de la construcción (actualmente fragmentado) y se lo dotará de certidumbre y compromiso, lo que permitirá generar confianza e inversiones en formación, desarrollo de competencias profesionales, tecnología y nuevos flujos de trabajo. Incluso, posiblemente, se podrán impulsar apoyos directos o capacitación al sector público.

Comunicar la visión y promover las comunidades

Para establecer una ruta exitosa en la aplicación de BIM, resulta fundamental socializar frecuentemente la estrategia con la ciudadanía desde la etapa inicial; el sector público, como líder, a través del área encargada de BIM, deberá comunicar su visión, sus objetivos y su plan de acción.

Esto tiene como finalidad principal dar certeza a las partes interesadas y a la población en general, eliminar las preocupaciones y fomentar la aceptación de la estrategia a nivel nacional. La gestión del cambio requiere dar a conocer la situación actual y diseñar la ruta que se seguirá para garantizar una implementación eficiente de BIM.

En este sentido, resultará indispensable utilizar recursos de comunicación masiva, como eventos, medios de comunicación, sitios web, redes sociales, donde el o los mensajes sean claros e incentiven a los interesados a ser participativos para lograr un compromiso integral del sector público, la industria de la construcción, el ámbito académico, etc.

Desarrollar un marco de colaboración

El área encargada de BIM será responsable de forjar una visión común en torno a la implementación de BIM. Es de suma importancia, como se menciona en el *handbook* de EU BIM Task Group, que la colaboración involucre el desarrollo de un marco jurídico y reglamentario, donde se consideren los mecanismos contractuales tanto de los clientes como de los proveedores, un escenario de crecimiento de competencias profesionales y las pautas y estándares para el intercambio de la información digital durante el ciclo activo de vida del proyecto.

Por otra parte, el área mencionada debe establecer medidas que señalen la titularidad de la propiedad intelectual, las obligaciones y responsabilidades de clientes y proveedores, el propósito

del intercambio de la información, los materiales de orientación técnica y las funciones y responsabilidades en materia de gestión de la información.

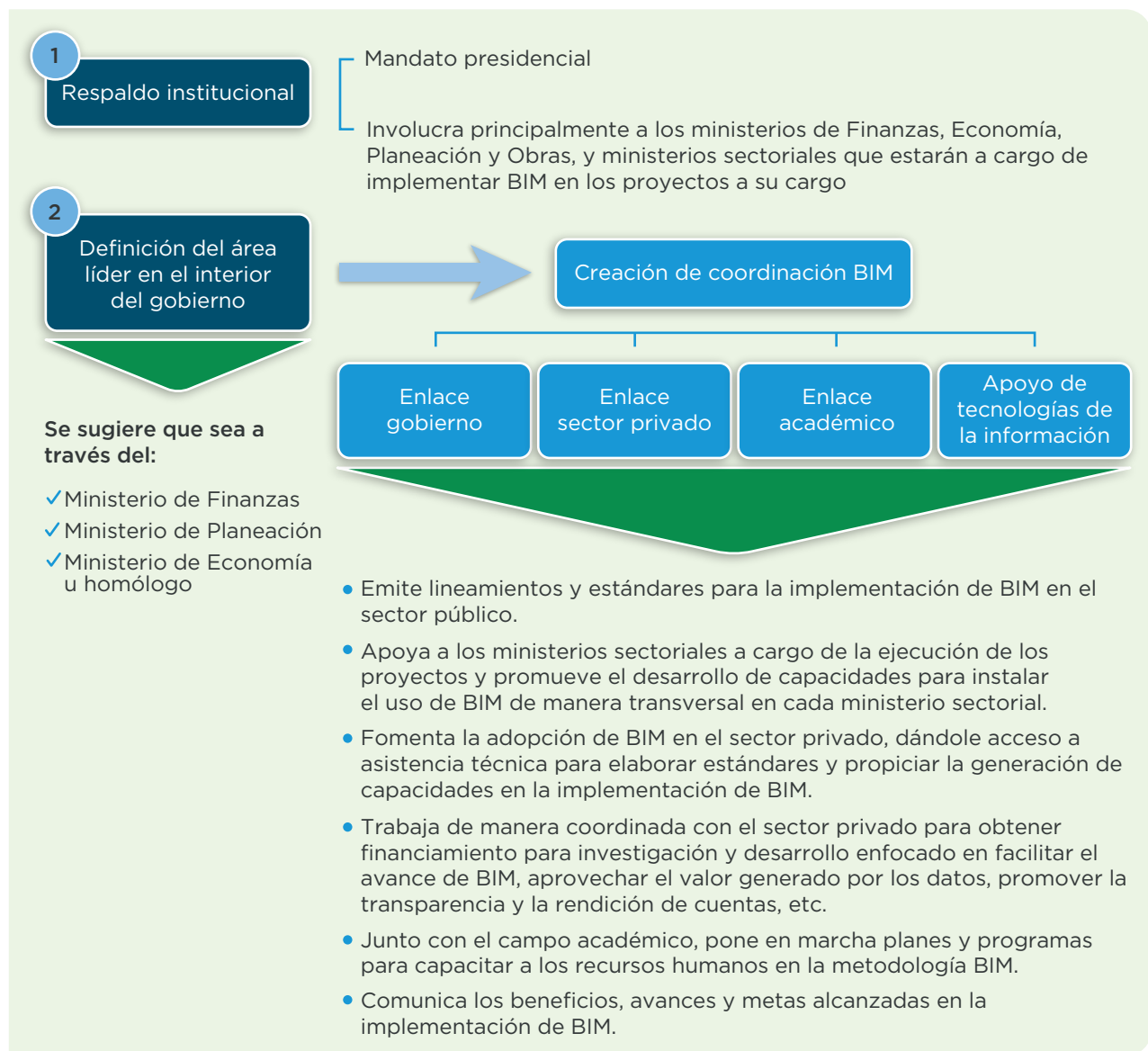
En síntesis, la estrategia de colaboración debería fomentar innovaciones en la forma de trabajar y cooperar entre los distintos *stakeholders*, estimular la innovación y optimizar el intercambio de información digital.

Aumentar la capacidad de los clientes y la industria

En el proceso de implementación de BIM, será también muy importante apoyar el desarrollo de las capacidades y las competencias que demandan la industria y el sector público; de este modo, se genera confianza y certidumbre, se mejora el marco colaborativo y se dan a conocer buenas prácticas en la adopción y aplicación de BIM.

Una vez que se haya evaluado la experiencia internacional y analizado funciones, estrategias y responsabilidades del área encargada de implementar BIM, resulta convincente y necesario fomentar su creación y definir su alcance y sus pautas de acción. A continuación, se muestra un esquema de lo mínimo indispensable que esta requiere.

GRÁFICO 3 ● REQUISITOS PARA LA CREACIÓN DE UN ÁREA BIM



Fuente: Elaboración propia.



MODIFICACIONES NORMATIVAS NECESARIAS PARA IMPLEMENTAR BIM EN EL SECTOR PÚBLICO

Los gobiernos tienen un papel fundamental en la promoción, regulación e implementación de BIM debido a que se desempeñan como líderes del proceso y definen las etapas de transición para su aplicación a nivel nacional. Así, una hoja de ruta y, paralelamente, la construcción o adaptación del marco normativo, serán fundamentales para una ejecución exitosa.

Si la estrategia se impulsa correctamente, deberá adherirse al marco legal nacional, complementándolo y adaptándolo en aquellas directrices necesarias para que cada participante logre la certeza legal en cuanto a derechos y obligaciones. El uso de BIM en el sector público requiere un marco normativo que asegure que, tanto el Estado como todos los sectores involucrados (diseñadores, técnicos, consultores, servidores públicos, contratistas, subcontratistas), tengan la garantía de colaborar conjuntamente sin consecuencias legales.

Como entes reguladores y principales promotores de la metodología BIM, los gobiernos centrales deben desarrollar protocolos y reglas de operación, y fomentar la estandarización de procesos para apoyar a cada participante en el uso de BIM. El sector público debe proveer bases comunes y consistentes que se apliquen en todas las dimensiones del sector de la construcción (Smith, 2014). El gobierno también debe proponer y generar las vías o canales de comunicación necesarios para fortalecer los mecanismos de transparencia y rendición de cuentas. Este factor es fundamental, ya que disminuirá los costos de transacción al compartir y trabajar con la información, y propiciar un lenguaje común (Wong, Wong y Nadeem, 2011).

Dicho andamiaje deberá ser acompañado por un marco contractual (Domínguez, 2015). Esto significa que el uso de BIM deberá ser obligatorio en cualquier

proceso de licitación de obra pública.⁷ Dicha obligatoriedad tendrá que hacerse efectiva de forma gradual y requerirá del acompañamiento a los sectores privado y académico para que estos actores cuenten con las capacidades necesarias para cumplir con el requisito establecido.⁸ Así, será responsabilidad del gobierno generar información de calidad, bajo un marco regulatorio vinculado a la implementación de BIM que acompañe las licitaciones públicas, independientemente del modelo de contratación que utilice cada país.⁹ Si existe un legítimo anhelo de adoptar BIM, ejecutarlo, generar valor, lograr ahorros fiscales significativos y transitar hacia una industria de la construcción mucho más limpia, definitivamente el marco normativo acerca de BIM resulta fundamental.

Factores para considerar en torno al marco normativo

Si bien en América Latina existen factores y circunstancias específicas de cada país y estrategias nacionales¹⁰ muy particulares para adaptar el uso de BIM, se denotan dos aspectos fundamentales que podrían alinear los incentivos de todas las partes, facilitando su ejecución y la adaptación de cada marco normativo:

1. El sector público como promotor de la iniciativa BIM.
2. Establecer el Protocolo BIM para licitaciones y contratos (subcontratos).

El sector público como promotor de BIM

El sector público debe promover la iniciativa, ser líder, regulador y el dueño o propietario de los proyectos de infraestructura para potenciar el uso de BIM. Uno de los factores más importantes en la implementación de la metodología en el sector público es el liderazgo y la coordinación de los gobiernos centrales (Smith, 2014). Estos propician la adopción de nuevas tecnologías y aceleran la transición, bajo un adecuado marco normativo, hacia el uso de BIM en distintos sectores y dimensiones.

Una vez que el sector público ha adquirido el papel de principal promotor e impulsor de la

aplicación de la metodología BIM y ha dispuesto una estructura básica (planes de ejecución de los proyectos, descripción de la metodología, directrices, reglas, requisitos mínimos en el uso de BIM y obligatoriedad, organización y manejo de la información), la hoja de ruta definirá las etapas de implementación y se buscará alinear los intereses de todos los actores que participan en el proceso.

El sector público, como líder, utilizará la hoja de ruta para delimitar el alcance de la metodología y, en paralelo, establecer las acciones que se realizarán para crear, modificar o complementar la normativa necesaria, según los avances y la obligatoriedad de uso de BIM, previamente definido. En síntesis, es la herramienta que ayudará a los gobiernos centrales a transitar el pleno uso de BIM.

Para denotar la importancia del marco legal, se toma como ejemplo la hoja de ruta desarrollada por el gobierno de Colombia y se señala cómo el acompañamiento normativo es nodal en su implementación.

Caso Colombia: descripción

En la primera fase, una vez establecido y aprobado el liderazgo del sector público, se crea la comisión BIM, cuyo principal objetivo radica en ser el

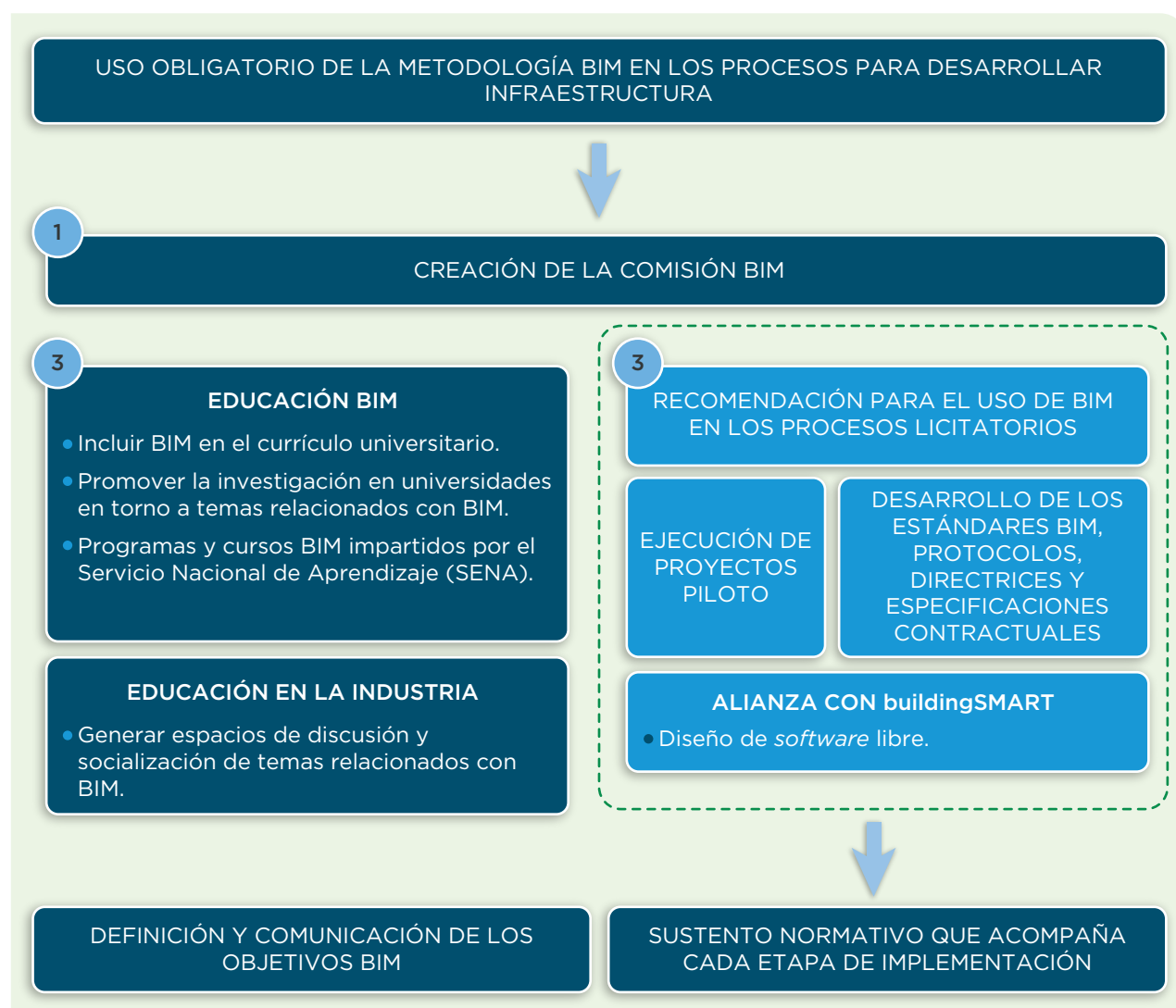
⁷ Se puede considerar para ello un marco contractual colaborativo, en el que se suscribe un único contrato para el diseño, la ingeniería, la construcción y, posiblemente, la operación y el mantenimiento, lo cual permite alinear los intereses financieros de los actores y los incentiva a utilizar BIM desde las fases iniciales (en las que se presenta la mayor parte de los costos del uso de BIM y los menores beneficios), generando así rendimientos tecnológicos en todo el ciclo de vida del proyecto (FEM, 2018).

⁸ La gradualidad podrá efectuarse mediante la determinación de un horizonte de tiempo o, como ocurre en países como España, dentro de las bases del proceso de contratación puede incluirse una bonificación a las empresas que acrediten poder utilizar BIM para el desarrollo del proyecto.

⁹ Los modelos de contratación pueden incluir: diseño, licitación y construcción; diseño y construcción; diseño, construcción, operación y mantenimiento; diseño, construcción, financiamiento, operación y mantenimiento.

¹⁰ Definir una estrategia nacional para el desarrollo de infraestructura, donde se establezcan objetivos de ahorro, se justifique el alcance de BIM y se definan plazos y metas para su aplicación (1D, 2D, 3D y subsecuentes). Por ejemplo, el Reino Unido publicó su estrategia de construcción en 2011 y definió como meta una reducción del 20% de los costos. Para cumplirla, fijó como plazo el 2016 para el uso colaborativo de BIM 3D.

GRÁFICO 4 ● HOJA DE RUTA DEL GOBIERNO DE COLOMBIA



Fuente: Elaboración propia.

principal promotor y defensor del uso de BIM. Su mandato supone la administración y el desarrollo de BIM desde una aproximación colaborativa entre las partes pública y privada, impulsando un punto de vista multidisciplinario.

La comisión desempeñará varias funciones orientadas a la exitosa implementación de BIM, entre ellas:

- Capacitar al sector público y lograr sinergias con la industria para motivar el cambio de paradigma.

- Determinar paulatinamente la aplicación de las distintas etapas de BIM (1D, 2D, 3D y subsecuentes).
- Crear guías, estándares, protocolos y especificaciones contractuales.
- Informar sobre los requerimientos tecnológicos necesarios para adoptar BIM.
- Propiciar un medio de trabajo colaborativo en todos los niveles de participación.
- Monitorear y establecer las bases para actualizar el uso de BIM.

La comisión, desde su creación y hasta el final de su gestión, requerirá un marco normativo que señale funciones, obligaciones y derechos, así como las obligaciones y derechos de las partes que trabajen de manera colaborativa con ella (sector privado en todos sus niveles multidisciplinarios).

En la segunda fase, la comisión deberá crear un marco de referencia para que las partes involucradas conozcan el alcance de sus funciones. Básicamente, tendrá que señalar los requerimientos para transitar hacia la implementación de BIM a través de planes de ejecución de los proyectos, descripción de la metodología, directrices, reglas, requisitos mínimos en el uso de BIM y obligatoriedad, organización y manejo de la información en cada sector de la economía, debidamente contemplados en el marco legal para garantizar las mejores prácticas.

Por otra parte, será fundamental crear protocolos que permitan evaluar y definir el marco contractual, adaptarse a las nuevas necesidades, y generar alianzas con proveedores de *software*, mejorando el acceso a la información a través de medidas de seguridad *ad hoc* al volumen de información.

Finalmente, en la tercera fase, la comisión implementará una capacitación integral para que el sector público, el ámbito académico y la industria alcancen los estándares técnicos necesarios para el uso de BIM, se promueva la investigación y el currículo en las universidades y se socialicen los logros y los resultados.

A partir de este ejemplo, se conceptualiza la importancia de la hoja de ruta y del marco legal en cada fase; ambos orientarán a los distintos participantes de los diferentes sectores de la economía y sustentarán sus funciones, derechos y obligaciones.

Protocolo BIM para licitaciones y contratos

El sector público, dueño del proyecto y ente regulador a nivel nacional, es el responsable de definir las especificaciones para llevar a cabo el proyecto durante todo su ciclo de vida. Con el objetivo de optimizar el proceso, debería especificar unilateral-

mente, a través de un protocolo BIM, las directrices que se deben seguir en el modelo de contrato y subcontrato, donde se establezcan la metodología y el alcance tecnológico requerido por el proyecto (Porwal y Hewage, 2013).

Uno de los aspectos más importantes reside en normar la relación entre las partes (Estado, consultor, contratista). Al respecto, habría que analizar la estrategia nacional y evaluar las etapas de implementación de BIM (1D, 2D, 3D, 4D y 5D), y, a partir de ello, definir contratos *ad hoc*.

Para llevar a cabo la regulación entre las partes, es menester haber realizado previamente las siguientes actividades:

1. Revisar el marco legal vigente que norma el sector de la construcción, las obras públicas o las actividades afines.
2. Evaluar posibles adecuaciones legales por sector o ministerio.
3. Validar el alcance de las políticas que regulan la administración de datos.
4. Verificar la posibilidad o la capacidad de construir o desarrollar almacenes de datos.

Estas acciones permiten conocer la estructura inicial del marco normativo vigente para, posteriormente, complementarlo o adecuarlo de manera óptima y eficiente, y así cumplir las etapas y obligaciones de la implementación de BIM dentro de la estrategia nacional.

Los gobiernos centrales podrían emitir directrices legales a través de un protocolo BIM, el cual complementaría el contrato original y permitiría su uso junto con la metodología BIM. Este tipo de contratos tendrían la ventaja de ser ampliamente conocidos por las partes, ya que la base sería la misma y únicamente habría diferencias al establecer los derechos y las obligaciones en torno a BIM.

Al diseñar y aplicar el protocolo, será indispensable que no existan conflictos con el contrato principal y que se establezcan detenidamente todos los procesos, estandarizaciones, indemnizaciones, responsabilidades y licencias necesarios para preservar la propiedad intelectual.

Con base en el mecanismo que cada país aplique para licitar el proyecto, lo que debe buscarse es una optimización de los plazos, los costos y la calidad, teniendo como meta principal la creación de valor. Dado que el uso de BIM permite una mejor planificación en función del alcance del proyecto y del presupuesto, al aplicarlo correctamente se logrará el objetivo.

En este sentido, al definir un protocolo BIM para elaborar los procesos licitatorios y los contratos (y subcontratos), es importante considerar:

1. Los cambios necesarios en el interior de las dependencias y las unidades de los gobiernos centrales.
2. La elección del responsable de la administración del uso de BIM. El sector central debe establecer una normativa capaz de identificar la etapa de implementación de BIM y, por lo tanto, definir el ente encargado de administrar el alcance de los servicios. Una posibilidad para su regulación podría ser que, a través del protocolo BIM, existan reglas claras sobre el proceso de selección del candidato, los requisitos, los plazos, los derechos y las obligaciones.
3. La relación implícita entre los costos de inversión y aquellos de operación y mantenimiento, relación que debe reconocerse desde la etapa de diseño del proyecto para así alinear los incentivos de los diseñadores, de los constructores y de los operadores de la infraestructura.
4. Que se cumplan los derechos de propiedad intelectual en el diseño, en la administración de datos y en la validación de licencias o sublicencias. La ventaja de BIM es que optimiza la relación entre todas las partes que participan en el proceso de construcción, así como entre los sectores y las etapas. En este sentido, para garantizar que los derechos de propiedad intelectual se respeten y no generen responsabilidades, el protocolo debe garantizar que cada parte cuente con los derechos de propiedad de cada uno de sus aportes o contribuciones (individuales o conjuntos) y que recibirá indemnizaciones en caso de disputa, ya que es indispensable un acuerdo de confidencialidad para el uso y el manejo de los datos.
5. La confianza en la información. Dado que todas las partes que participan en el proceso de desarrollo de infraestructura manejan información compartida, esta debe ser plenamente confiable. Por eso, se recomienda que el protocolo haga responsable a cada participante por los errores en sus contribuciones y que las responsabilidades se asocien solo a las pérdidas derivadas del proyecto. Será importante que el protocolo exija también la interoperabilidad de los *softwares* que trabajan con BIM; así lo establecen los estándares internacionales para uso de BIM, como la ISO 19650.
6. La importancia de que se limiten, a través del protocolo, las responsabilidades de los fabricantes de *software* a un alcance consistente con los derechos y obligaciones de las partes, señalando las consecuencias de las contribuciones imprecisas y teniendo en consideración cómo funcionan y hasta dónde serían acreditables. El protocolo debe definir y acotar los criterios mínimos sobre la información que se intercambiará y su estructura de colaboración; esta información deberá estar al servicio del proceso de gestión del proyecto.
7. Directrices para el uso y cobro de seguros, con base en la dimensión de BIM que se esté trabajando. Una vez definidas las responsabilidades, será indispensable asegurar que las partes cuenten con coberturas de seguros (errores y/u omisiones en las contribuciones) durante toda la etapa de trabajo con BIM (en algunos casos, incluso, podría existir una cobertura general para la totalidad del proyecto).
8. La propiedad del proceso BIM. Aunque cada proyecto presenta características particulares, podrían extenderse los plazos e incrementarse costos no contemplados en el contrato original, imputables a alguna de las partes. Por eso, el protocolo deberá especificar qué parte será responsable del riesgo de cada uno de ellos (originado por errores en los procesos de transmisión de información durante el uso de BIM).

- Estos costos están relacionados directamente con quién funge como dueño del proyecto BIM; aquella parte que sea propietaria será la responsable de determinar los nuevos plazos y pagos o indemnizaciones. Como se mencionó previamente, el alcance de las responsabilidades deberá ser especificado en el protocolo. Finalmente, la normativa debe ser muy clara en cuanto a qué parte será la propietaria del producto final del proceso BIM.

Estándares de calidad

El uso obligatorio por parte del Estado de la metodología BIM, *ex ante*, presupone mayor eficiencia, optimización en el uso de los recursos, personal calificado, transición tecnológica y ahorros fiscales, entre los objetivos de mayor relevancia. Sin embargo, es importante entender que, ante un equipo de trabajo multidisciplinario, donde cada parte aporta información en tiempo real, de no existir los mecanismos adecuados de debida diligencia, puede haber riesgos que propicien una mala aplicación de BIM, contratos incompletos, reglas de operación deficientes o un marco normativo limitado, incapaz de garantizar operabilidad.

Vale señalar los riesgos y la relevancia del marco normativo en torno a ellos. Al respecto, existen esfuerzos que han probado ser eficientes para evitar o mitigar, en gran medida, algunos de ellos. Por un lado, a nivel nacional, como se mencionó previamente, es fundamental una hoja de ruta clara y precisa, una normativa desarrollada en paralelo e, incluso, una adecuada supervisión de los contratos. Por otro lado, estrategias que permitan homologar y certificar procesos a partir de la experiencia internacional.

Supervisión contractual

Dentro del protocolo BIM se menciona un responsable de la administración del uso de BIM. En este aspecto, resultará de gran apoyo crear, normativamente, una figura similar para la supervisión de los contratos BIM; esto es, un responsable que, en la fase de diseño, construcción, operación y

mantenimiento, así como en la fase final, al término del contrato, valide el cumplimiento del servicio bajo la metodología BIM y los estándares originalmente asignados para cada etapa en la ejecución del proyecto.

Esto permitirá contar con un intermediario que facilite el proceso y contribuya a una mayor eficiencia, estimada a partir de los estándares de construcción, operación y mantenimiento pactados, un mejor servicio para los usuarios, una pronta y adecuada coordinación entre las partes, minimizando responsabilidades, y el uso y el cobro de los seguros.

Estándares internacionales

La estandarización consiste en la construcción de una sociedad alrededor de un estándar con un guion implícito que reúne personas y cosas, en un mundo lleno de convenciones que compiten entre ellas (Poljansek, 2018).

El proceso de estandarización de BIM se estima muy complejo; sin embargo, a nivel internacional existen varias organizaciones que trabajan para homologar procesos que faciliten la implementación de BIM, cuidando áreas que pudiesen generar responsabilidades para las partes (ciclo vital de la construcción, información digital geográfica y geoespacial, intercambio de información entre distinto *software* y una metodología europea, común y alineada, para crear una industria digital de la construcción de vanguardia).

Más allá de buscar ser exhaustivos en cada uno de los temas relacionados con la estandarización de BIM, se señalan dos de ellos por su implícita relevancia y porque, si se consideran desde etapas tempranas, podrían tener implicaciones muy positivas en la aplicación de BIM en los países de América Latina:

1. Estandarización de BIM. A cargo del Comité Europeo de Estandarización y a través de la Norma CEN/TC-442, se busca generar estándares comunes en el momento de especificar metodologías para definir, describir, intercambiar, grabar y administrar datos, y utilizar enlaces geoespaciales. Además, la ISO 19650 es el

estándar marco utilizado actualmente a escala internacional para el uso de BIM.

2. Marco normativo del intercambio de información para asegurar la interoperabilidad, independientemente de los *softwares* utilizados. Debido a la variedad de *software* que existe en la industria de la construcción, una importante oportunidad se centra en su estandarización. Entre los pioneros, se encuentra la organización buildingSMART, que desarrolló las clases fundamentales de la industria¹¹ (IFC, por sus siglas en inglés, *Industry Foundation Classes*). Estas son especificaciones neutrales y abiertas para el modelo de datos BIM; asimismo, resulta fundamental emplear la herramienta informática entorno común de datos (CDE, por sus siglas en inglés, *Common Data Environment*), que es un repositorio central que funciona como única fuente de información para el proyecto y permite a los agentes que participan trabajar de forma interconectada y coordinada.

En ambos casos, la normativa que acompañe la hoja de ruta podría analizar e identificar si dichos estándares se ajustan al marco conceptual de cada país en América Latina y, a partir de ello, fomentar una mejor definición de reglas, normas y contratos.

Sin duda, definir un marco normativo para el uso de BIM es una tarea compleja que requiere mucha coordinación y conocimiento multidisciplinario. Sin embargo, si subyace un plan de implementación y se consideran los aspectos nodales de la relación entre el sector público y el privado, los protocolos, las normas y las estandarizaciones, se obtiene la base para su adecuada implementación y ejecución.

¹¹ Especifica un esquema conceptual y un formato de intercambio de datos para BIM; representa un estándar internacional que puede ser empleado con distinto *software* y usado por los participantes de la industria de la construcción.



RIESGOS FISCALES EN LA ADOPCIÓN DE BIM EN PROYECTOS PÚBLICOS

Si bien en América Latina, por la incipiente implementación de BIM en el sector público, no existe evidencia cuantitativa de los riesgos fiscales y sus costos, sí es factible señalar, potencialmente, aquellos retos asociados que pudieran detonar efectos adversos en su adopción y, por consiguiente, afectar directamente la planificación y la ejecución fiscal:

1. Administrativos.
2. Legales.
3. Financieros.
4. Tecnológicos.

Los retos administrativos se pueden asociar a las siguientes carencias de capacidades institucionales:

- a. Ausencia de conocimiento, habilidades o experiencia en el personal a cargo de implementar BIM.
- b. Falta de capacidades para alinear los incentivos de todos los involucrados en el proceso de

construcción de algún proyecto: diseñadores, ingenieros, consultores, técnicos, constructores, operadores de la infraestructura, etc.

- c. Ineficiencia en el liderazgo y la coordinación de todas las partes que participan en el proceso de construcción, los sectores y las distintas etapas.
- d. Información poco confiable, que genera errores en las contribuciones de las partes y deriva en pérdidas para el proyecto.
- e. Dificultad para alcanzar los estándares técnicos que permitirían promover la investigación y el currículo entre los sectores público, privado y académico.
- f. Retraso en la paulatina aplicación de las distintas etapas de BIM (1D, 2D, 3D y subsecuentes).
- g. Rechazo al cambio de cultura y de trabajo por parte de los trabajadores institucionales.

Si la normativa es incongruente, no asigna el valor específico a los contratos, no reconoce derechos y obligaciones y limita la capacidad integral

del uso de BIM, se generarían consecuencias negativas en las siguientes dimensiones:

- a. Ausencia de guías, estándares, protocolos y especificaciones en contratos y procesos licitatorios, o inadecuado establecimiento de la obligatoriedad de su uso.
- b. Delimitación inconsistente de derechos, garantías, responsabilidades y obligaciones entre las partes (Estado, consultor y contratista), por lo que sería complejo acreditar responsabilidades.
- c. Incumplimiento de los derechos de propiedad intelectual en el diseño y la administración de datos, y en la validación de licencias o sublicencias.
- d. Falta de certeza en cuanto a la ciberseguridad o la resolución de conflictos.
- e. Incertidumbre en la asignación del dueño o responsable de BIM.
- f. Ineficiencias en la asignación de riesgos y responsabilidades en torno a los sobrecostos y a la extensión de los plazos.
- g. Falta de claridad en la propiedad final del proceso BIM.
- h. Carencia de confidencialidad en la información.

Los retos financieros deben evaluarse y considerarse en los presupuestos gubernamentales. La correcta asignación de recursos permitirá capacitar al personal, impulsar la transición tecnológica (*software* y *hardware*) y garantizar el flujo a los objetivos de inversión. Ello implica, además, contar con una adecuada estrategia de implementación de BIM que evite sobredimensionar el proceso de adquisición de tecnología, lo cual decantaría en consecuencias negativas para el patrimonio público.

Finalmente, si bien los retos tecnológicos no generarían un riesgo fiscal directo, es indispensable considerarlos porque, a través de su correcta administración, se logrará una adecuada operación y compatibilidad entre el *hardware* (infraestructura) y el *software* (licencias, versiones, macrodatos), lo

que permitirá optimizar la interrelación entre los actores involucrados en el proceso.

Una adecuada gestión de los retos administrativos, legales y financieros ampliará el alcance de la política fiscal y fortalecerá su sostenibilidad en el mediano y largo plazo; de este modo, resultaría factible alcanzar estabilidad económica, impulsar el crecimiento económico a través del sector tecnológico y el de la construcción y materializar un espectro de equidad social.

Para contextualizar, es importante señalar qué se entiende por riesgo fiscal. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2020), se puede definir como la desviación de los resultados fiscales esperados al formular el presupuesto. Esta desviación podría tener efectos adversos tanto en el gasto como en los ingresos públicos, comprometiendo los recursos, limitando el espectro de acción de la política fiscal e incrementando la necesidad de financiamiento. Por ello, al entender qué es el riesgo fiscal, habría una mayor y mejor oportunidad de mitigarlo.

Si bien no es una tarea fácil reconocer *ex ante* los efectos de los riesgos fiscales en la implementación de BIM, se identifican 15 consecuencias importantes asociadas a diferentes retos (siete de la esfera administrativa y ocho del ámbito legal) que deberían considerarse para evitar efectos adversos directos en los presupuestos federales y así eliminar presiones financieras innecesarias de corto, mediano y largo plazo.

Con dicha información, sería factible elaborar una clasificación y un marco conceptual que ayudará en su administración, evaluación, prevención y mitigación; de este modo, la implementación de la política fiscal será mucho más efectiva.

Para lograr una adecuada clasificación, es importante entender qué o cómo se originan los riesgos fiscales; posteriormente, se podrá definir una relación directa entre el tipo de riesgo fiscal y las consecuencias asociadas a la implementación de BIM.

Si bien no existe una estandarización de los riesgos fiscales, de acuerdo con Lora Rocha (2017) hay consenso acerca de su origen en torno a: 1)

GRÁFICO 5 ● EXPOSICIÓN A RIESGOS FISCALES EN LA ADOPCIÓN DE BIM



Fuente: Elaboración propia con datos de Lora Rocha (2017); Polackova Brix y Schick (2002).

riesgos macroeconómicos;¹² 2) riesgos de materialización de pasivos contingentes. Estos últimos se pueden subclasificar por su estatus legal (explícitos e implícitos), por la frecuencia con la que se presentan (continuos o discretos) o por su relación con el accionar del Estado (endógenos o exógenos) (véase el gráfico 5).

Dado que se está analizando la importancia de los riesgos fiscales en la implementación de BIM, aquellos de mayor relevancia son los que se originan a partir de la materialización de pasivos contingentes; esto es, obligaciones que deberían enfrentar los gobiernos en caso de que se presenten eventos inesperados, enfatizando en si son explícitos o implícitos y en la relevancia del actuar del Estado.

En el gráfico 5 se identifican las principales vertientes para considerar al evaluar los posibles riesgos fiscales durante la implementación de BIM (Lora Rocha, 2017; Polackova Brix y Schick, 2002).

Se inicia con dos grandes clasificaciones y, a partir de ellas, se señala la interacción entre el estatus legal y el accionar del Estado. Se determina si los riesgos son explícitos o implícitos y, según sea el caso, si la participación del gobierno es endógena o exógena.

Aunque lo anterior no pretende ser una metodología o un mecanismo único para entender a

qué tipo de riesgos se podría enfrentar el Estado durante el proceso de adopción de BIM, si es una forma esquemática que permite una fácil y didáctica apreciación o identificación de los riesgos fiscales que, potencialmente, podrían presentarse.

Al desarrollar dicho esquema, se tendría un referencial para que los gobiernos puedan realizar tareas de previsión, evaluación, acción e, incluso, mitigar los riesgos.

Se usa el estatus legal para definir el origen de los riesgos, que serán explícitos si existe una ley o contrato que los contemple e implícitos si generan expectativas públicas para el cumplimiento de algún compromiso y/u obligación.

En cambio, si los riesgos son endógenos, significa que una acción directa del gobierno los originó, y, si son exógenos responderían a acciones fuera del control del gobierno.

Como se visualiza en el esquema, existen cuatro posibles combinaciones de resultados. Generalmente, los riesgos implícitos y exógenos serán aquellos que presenten un mayor reto para preverlos

¹² Evolución de variables agregadas: crecimiento del producto interno bruto (PIB) real, del tipo de cambio, la inflación, la tasa de interés, los precios de los *commodities*, etc.

y estimar si es factible que se presenten. Los eventos que no se controlan, si bien no son tan recurrentes, una vez que se materializan generan fuertes presiones y desbalances en el equilibrio fiscal fijado previamente.

Por ejemplo, en la implementación de BIM, un escenario factible es aquel que contempla un contrato, pero en el cual, debido a la incapacidad institucional y a la actuación limitada, inconclusa o incongruente del Estado, podrían generarse obligaciones relacionadas con garantías en materia de inversiones, subvenciones, ejecución de contratos (concesiones, asociaciones público-privadas, etc.) o seguros (el gráfico 6 muestra dicho escenario).

Específicamente, se podría tomar el contrato de una asociación público-privada vinculado a un gran proyecto de inversión. Si se parte de un escenario donde se entienden las obligaciones establecidas en el contrato en cuanto a la ejecución propia

del proyecto, pero no hay la suficiente claridad en la forma de uso de BIM en el proyecto, será muy probable que existan controversias y disputas entre el concesionario privado y la contraparte pública, que podrán tener repercusiones en relación con el tiempo de ejecución y, por consiguiente, mayores costos.

Si bien en la matriz de riesgos se establece qué parte (pública o privada) será responsable de la extensión de los plazos y de los sobrecostos, el efecto integral será el retraso de la obra y costos mayores a los estimados, lo cual comprometerá el balance financiero público o privado.

Dado que lo anterior conlleva obligaciones fiscales (aunque prácticamente esto no se señala en los registros fiscales), muchas veces, como la experiencia en América Latina lo demuestra, resulta fundamental la capacitación a nivel institucional, a fin de coordinar de manera acertada el uso de BIM en la ejecución de los proyectos.

GRÁFICO 6 ● EXPOSICIÓN A RIESGOS FISCALES EN LA ADOPCIÓN DE BIM: RIESGOS EXPLÍCITOS Y ENDÓGENOS



Fuente: Elaboración propia con datos de Lora Rocha (2017); Polackova Brixi y Schick (2002).

GRÁFICO 7 ● EXPOSICIÓN A RIESGOS FISCALES EN LA ADOPCIÓN DE BIM: RIESGOS IMPLÍCITOS Y ENDÓGENOS



Fuente: Elaboración propia con datos de Lora Rocha (2017); Polackova Brixi y Schick (2002).

Es importante destacar que, si la normativa no contempla un protocolo BIM adecuado, es posible que la metodología no pueda implementarse en todas las etapas de un proyecto debido a la falta de capacitación o entrenamiento y de capacidades institucionales, por las brechas tecnológicas o por procesos ineficientes. De ser así, podría ser muy factible incurrir en costos adicionales en la relación con terceros. A continuación, se puede observar su clasificación.

En síntesis, la limitada capacidad institucional, la falta de capacitación o entrenamiento en torno al uso y la integración paulatina de BIM en el sector público, una normativa restrictiva y miope, así como una definición imprecisa del alcance de BIM en los contratos, lejos de impulsar una eficiente ejecución de proyectos y favorecer el margen fiscal, generarán, en el sector público, presiones financieras y desbalances fiscales.

Gestión de los riesgos fiscales

Dado que los riesgos fiscales potencialmente siempre están presentes, una recomendación fundamental es que los sectores públicos de los gobiernos en América Latina capaciten y entrenen a quienes están a cargo de la implementación, la administración y la coordinación de BIM, tanto a los que toman decisiones como a aquellos que interactúan en las diversas etapas de los procesos de gestión de los proyectos. Al respecto, hay que tener en cuenta que la capacitación debe estar enfocada en las funciones y en los roles específicos que desarrollan los distintos actores de la organización para el uso de BIM.

Un mayor conocimiento permitirá hacer un mejor diagnóstico y llevar a cabo una planificación de proyectos óptima, lo que hará posible que la ejecución, la operación y el mantenimiento

resulten más eficaces. Además, la normativa será capaz de construir protocolos que consideren cada etapa del proyecto y favorezcan una mejor coordinación entre todos los actores. De este modo, se logra el resultado esperado y orientado a materializar ahorros fiscales en el desarrollo de infraestructura.

Adicionalmente, al utilizar el esquema planteado en la sección anterior, se facilitará la identificación de riesgos específicos y, por lo tanto, su mejor gestión.

Una adecuada gestión de riesgos presupone identificarlos, categorizarlos, evaluarlos y cuantificarlos de manera exitosa. Posteriormente, será indispensable analizar cómo se pueden prevenir o mitigar, realizando las previsiones necesarias en cuanto a costos o identificando los espacios fiscales para su cumplimiento (Lora Rocha, 2017).

Como señala el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2012 y 2016), una medida importante sería proveer recursos para hacer frente a la posible materialización del riesgo o contemplarlos dentro de las proyecciones y metas fiscales nacionales con plena transparencia. Las alternativas para evaluar que podrían resultar más elocuentes en América Latina son la implementación de contratos de riesgo compartido, las líneas contingentes de fondos y la contratación de seguros en actividades o etapas específicas. En esta misma línea, el Foro Económico Mundial explica que los contratos colaborativos, como los del método *Integrated Project Delivery* (IPD), incrementan los incentivos del uso de BIM desde las fases iniciales del proyecto, lo que permite ahorrar costos y reducir riesgos a lo largo de su ciclo de vida (FEM, 2018).

Por esta razón, en la implementación de BIM es necesario que los gobiernos de América Latina realicen análisis comprensivos de los efectos fiscales,

estudien experiencias internacionales y socialicen y compartan prácticas en el interior de la región.

El éxito en la puesta en marcha de BIM ante riesgos fiscales latentes reside en su temprana identificación y en proveer herramientas efectivas para mitigarlos.

Como se señaló en el capítulo 4, la efectiva transición en el uso de BIM depende de un área responsable y encargada en el sector público, por lo cual resulta indispensable que, a su vez, exista una unidad que se ocupe de evaluar el conjunto de riesgos que enfrentaría el sector público en cada etapa de la ejecución de los proyectos y promueva una política de transparencia y de rendición de cuentas (FMI, 2012 y 2016).

Dicha unidad tendría las siguientes tareas principales:

1. Identificar y cuantificar los potenciales riesgos fiscales.
2. Señalar la etapa o los avances de la capacitación y el entrenamiento de las áreas encargadas del uso de BIM.
3. Definir la estrategia de administración y mitigación de riesgos.
4. Proponer directrices para considerar provisiones en los presupuestos gubernamentales.
5. Elaborar políticas de transparencia y protocolos de rendición de cuentas.

Si la transición en el uso de BIM se acompaña de la debida instrucción y capacitación del personal, de la elaboración de protocolos integrales para la correcta contratación de todas las partes, de una estrategia de administración y mitigación de riesgos, así como de una política de transparencia y rendición de cuentas, los efectos potenciales de posibles riesgos se minimizarían.



DESARROLLO DE *BUILDING BLOCKS* EN UNA UNIDAD DE INVERSIÓN PARA LA ADOPCIÓN DE BIM

Uno de los componentes que impulsan, fortalecen y orientan una correcta transición en la adopción de la metodología BIM en el interior del sector público es la conformación de un área o unidad responsable. Esta deberá optimizar procesos, establecer lineamientos de capacitación, publicar reglas o normas claras, coordinar a los distintos equipos multidisciplinarios, tanto del sector privado como del ámbito académico, y garantizar un flujo de la información eficiente y transparente, con el objetivo de favorecer la inversión en infraestructura y apoyar distintos sectores económicos (entre ellos, la industria de la construcción).

Como se menciona en el capítulo 4, existe experiencia internacional (Reino Unido, en Europa, y Chile y Perú, en América Latina) que demuestra que un área específica en el interior del gobierno ordena y favorece la implementación de BIM. De hecho, el *handbook* publicado por EU BIM Task

Group en 2018 enfatiza que dicha unidad debe ser capaz de fomentar el liderazgo del sector público, comunicar la visión y promover las comunidades, desarrollar un marco de colaboración y aumentar la capacidad de los clientes y de la industria.

El liderazgo de dicha área se muestra como un componente fundamental para el uso de BIM. En dicho contexto, se plantean los *building blocks* o la hoja de ruta crítica para establecerla o desarrollarla.

Uno de los ejes principales estará constituido por el acompañamiento y el respaldo institucional del sector público, y también contendrá la definición del ministerio que albergará esta unidad responsable, sea el de Finanzas, el de Planeación, el de Economía o un ministerio homólogo por sus características o naturaleza.

Una vez definida, esta área se encargará de coordinar la relación interinstitucional en el interior del gobierno con los siguientes sectores:

1. Privado.
2. Académico.
3. De tecnologías de la información.

Al ser el enlace institucional dentro del sector público, una de sus principales tareas consistirá en favorecer el desarrollo de capacidades, tanto en el área como en cada una de las unidades competentes del gobierno. Estas capacitaciones deberán facilitar el adecuado desarrollo de los procesos BIM, de manera que los actores tengan la capacidad de identificar los procesos específicos que pueden beneficiarse a través de la implementación BIM en cada proyecto, para luego definir con exactitud las funcionalidades del modelo que se exigirán en cada contrato. De esta forma, la unidad deberá estipular metas y objetivos dentro de un plan que considere diferentes horizontes de tiempo y la relación con distintos actores en el proceso. Para apoyar a los gobiernos en este esfuerzo, el BID (2022) publicó la *Guía para la implementación de Building Information Modelling a nivel de pilotos en proyectos de construcción pública*. También se está desarrollando una metodología para medir el desempeño del uso de BIM en diferentes proyectos, que se pondrá a disposición de los gobiernos interesados.

Estas iniciativas permitirán una relación eficiente con todos los actores del sector privado (diseñadores, técnicos, consultores, servidores públicos, contratistas, subcontratistas, proveedores de la construcción), que será muy importante porque los proyectos de infraestructura deben tener un acompañamiento y un seguimiento desde la etapa de planificación, diseño y ejecución hasta su operación y mantenimiento. Además, el intercambio de información y la capacidad para entender cada fase del proceso beneficiarán el alcance de BIM hacia los ahorros fiscales del sector público.

El área deberá contar con expertos en el manejo de datos y en el uso de *software* y *hardware* para lograr el intercambio eficiente de información. También tendrá que definir el tipo de *software* por utilizar (para lo cual será importante contemplar espacios de participación de la industria y del

sector académico), y homogeneizar procesos y protocolos para el uso de datos que garanticen la interoperabilidad.

La acertada capacitación y el apropiado entrenamiento del área en materia tecnológica presuponen un eje fundamental de acción y validación para la adopción de BIM, siempre que se complementen con una adecuada formación en el uso y la aplicación de metodologías, estándares y buenas prácticas en procesos BIM.

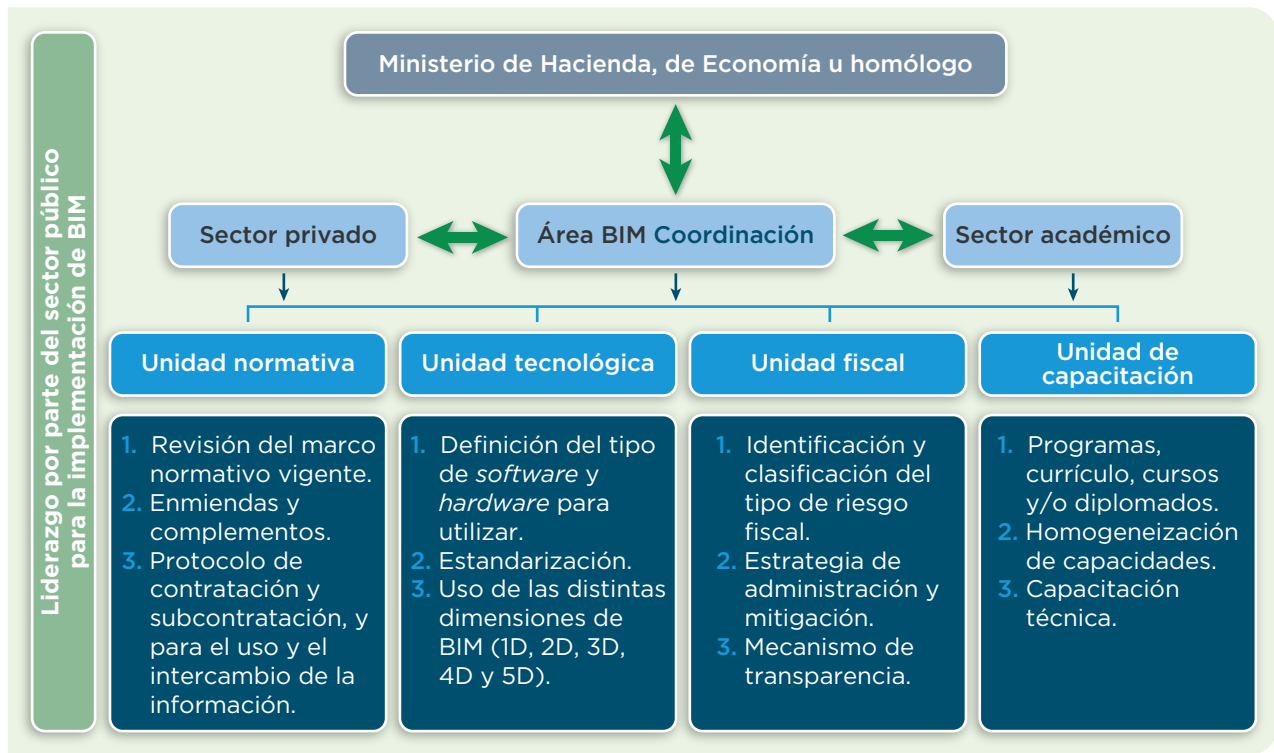
La dirección, si bien estará instalada en una unidad de inversión pública, también deberá contar con expertos en materia legal, ya que la revisión normativa vigente, el diseño de las enmiendas o complementos y la construcción del protocolo por seguir en la contratación y subcontratación son piezas fundamentales para garantizar transparencia y el adecuado uso de BIM.

Por otra parte, el equipo encargado de la implementación BIM deberá contar con profesionales que conozcan y tengan experiencia en materia fiscal, específicamente en aquellas áreas relacionadas con posibles detonadores de riesgo. El conocimiento, la identificación y la mitigación de los riesgos favorecerán la correcta implementación de BIM y evitarán comprometer recursos no presupuestados.

Si bien por la gran diversidad de campos de conocimiento que requiere el área parece más una institución que una unidad, es indispensable que exista un enfoque multidisciplinario para cumplir correctamente con la coordinación, la transición y la adopción de BIM.

Por lo tanto, se presupone un fuerte componente educativo y resulta prioritaria la relación de esta unidad con el ámbito académico o sectores educativos, cámaras o instituciones técnicas, que serán los encargados de proveer los recursos adecuados y motivar una eficiente capacitación y un entrenamiento que deriven en una óptima transición hacia el uso de BIM.

Definir un plan integral de trabajo conjunto entre el sector privado y el académico permitirá estandarizar tanto el conocimiento como los procesos y los protocolos por implementar. Es decir

GRÁFICO 8 ● *BUILDING BLOCKS* EN EL ÁREA BIM

Fuente: Elaboración propia.

que el objetivo principal de los programas de estudios adaptados y actualizados a las necesidades específicas de BIM, y de los cursos o diplomaturas, será capacitar a los funcionarios y generar las herramientas necesarias para adoptar BIM en todas las etapas de desarrollo de la infraestructura pública.

Esquemáticamente, se podría visualizar como se expone en el gráfico 8.

Si se logran el liderazgo público y la fortaleza del área a través del conocimiento legal y técnico (fiscal y tecnológico), es muy probable que el uso de BIM sea exitoso y se alcance el principal objetivo: el ahorro fiscal.



EXPERIENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN BIM EN AMÉRICA LATINA

A partir de entrevistas llevadas a cabo con representantes de países de la región (Chile, Colombia y Perú),¹³ se describirán componentes fundamentales para considerar en el proceso de definición, diseño y transición hacia la adopción y el uso de BIM.

En la experiencia de los tres países, si bien existen diferentes estrategias para promover la implementación de BIM, hay factores fundamentales que muestran los requisitos indispensables para lograr el objetivo de manera exitosa.

Estructura de la unidad/dirección encargada de implementar BIM

En algunos casos, el sector público ha sido el principal promotor de la unidad/dirección encargada de implementar el uso de la metodología BIM y, paralelamente, ha definido un ministerio (Planeación, Economía y Finanzas) para llevar a cabo dicha labor. En otros casos, ha surgido como iniciativa del sector privado y ha sido adoptada, a través de algún programa presupuestario, por algún ministerio del

sector público. En ambos casos, de manera directa o indirecta, la participación y el liderazgo de los gobiernos nacionales ha sido fundamental.

Cada unidad/dirección se conforma por diferentes áreas que constituyen un equipo de tipo transversal con las siguientes responsabilidades:

1. Relaciones con los sectores público y privado.
2. Interlocución con el espacio académico.
3. Difusión y socialización de procesos.
4. Automatización de procesos en el interior de las instituciones públicas, fortaleciendo requerimientos de transparencia en la información.
5. Comunicación y difusión de la estrategia.

¹³ Los funcionarios entrevistados han sido los siguientes: en el caso de Chile, Carolina Soto, Directora Ejecutiva de Planbim; para Colombia, Oscar Alejandro Cuellar Cepeda y Jhonattan Guillermo Báez Gómez, de la Subdirección de Transporte, Dirección de Infraestructura y Energía Sostenible del Departamento Nacional de Planeación; para Perú, Christian Julio Cabrera Coronado, Director de Políticas y Estrategias de Inversión Pública, Dirección General de Programación Multianual de Inversiones del Ministerio de Economía y Finanzas.

Uno de los objetivos más importantes de la unidad/dirección es la coordinación con las distintas áreas para desarrollar y difundir un requerimiento integral de BIM capaz de señalar los estándares por seguir en los procesos de desarrollo de obra pública e infraestructura. Esto es: definir las buenas prácticas. Al estandarizar procesos y vincularlos con los términos de referencia específicos de cada proyecto, se busca lograr eficiencia y, por consiguiente, ahorros en las distintas etapas de desarrollo.

El liderazgo de la unidad/dirección debe ser el eje rector. Además, la participación y la capacitación institucional y privada permitirán ejercer los protocolos estandarizados de manera óptima.

Capacitación en el uso de BIM

Con la información obtenida, resulta difícil concluir que existe un diagnóstico completo y generalizado sobre los requerimientos en materia de capacitación institucional.

En algunos casos, se ha logrado un mapeo inicial, donde se analiza la hoja de ruta, se evalúan los alcances y las necesidades institucionales y se realiza un primer diagnóstico que definirá las acciones que se realizarán. También se han conformado o planteado estrategias multidimensionales que podrían favorecer el acompañamiento técnico y la formulación de mecanismos para aplicar.

En dicho mapeo, la región reconoce la importancia de dos actores: 1) el ámbito académico y su rol como uno de los principales colaboradores para capacitar o entrenar a los trabajadores institucionales, llevar a cabo talleres e, incluso, promover nuevos temas o adiciones en el currículo de sus programas y emitir certificaciones y 2) el sector privado, ya sea nacional o internacional, para difundir conocimiento a través de cooperaciones técnicas.

Por ello, los países participantes consideran fundamental tener en sus estructuras organizacionales un área o división responsable del vínculo entre el sector privado y el ámbito académico.

Fuentes de financiamiento

Aunque lo ideal sería disponer de recursos fiscales para financiar la estrategia BIM en su totalidad desde un inicio, existen alternativas que se utilizan en algunos países de América Latina:

1. Financiamiento de origen privado.
2. Recursos propios de las dependencias o ministerios, derivados de algún programa presupuestal (fondos concursables)¹⁴ o proyectos específicos.¹⁵
3. Cooperación internacional técnica y económica.
4. Fondos del presupuesto nacional.

Toda estrategia debe entender, como factor indispensable, la fuente de financiamiento que se utilizará; de otro modo, se tornará complicado alcanzar los objetivos inicialmente planteados o acordados.

Métricas para calcular ahorros

Los principales objetivos del sector público al impulsar el uso de BIM es lograr ahorros en el desarrollo de infraestructura, optimizar el uso de los recursos, reducir los sobrecostos y evitar la extensión de los plazos, induciendo una colaboración eficiente entre todos los participantes y los sectores del proceso.

La experiencia en la región solo apunta a definir metas en cuanto al monto del ahorro que se estima obtener; por ello, el BID se encuentra trabajando en el desarrollo de una metodología de medición de impacto BIM.

Entre algunas recomendaciones, se mencionó crear un observatorio que se dedique a evaluar detenidamente todas las variables concernientes a los proyectos para generar los datos necesarios para realizar comparaciones *ex ante* y *ex post* y, de esa forma, definir indicadores de gestión (evaluar mejoras en los tiempos de revisión e identificación

¹⁴ No son recursos adicionales, sino que fueron previamente presupuestados para otros objetivos y que, por su naturaleza, pueden o pudieron adaptarse al financiamiento de tareas relacionadas con BIM.

¹⁵ Son recursos específicos para financiar la estrategia BIM.

de necesidades por proyecto) y realizar un ejercicio estratégico, donde se generan valores de referencia para la contratación de infraestructura por parte de los gobiernos y se efectúan comparaciones (costo, tiempo, calidad, etc.).

- Estos procedimientos requieren información detallada de los proyectos, por lo que se sugirió crear un banco de proyectos y, a partir de los indicadores, generar puntos de referencia (*benchmarks*).

Sin embargo, por el momento, son ideas o planteos preliminares, ya que no existe una métrica capaz de cuantificar los ahorros y, por lo tanto, las estimaciones *ex ante* por país podrían variar.

El diseño, el desarrollo y la aplicación de la metodología suponen una intensa labor; sin embargo, es un área que debe priorizarse debido a la estrecha relación que tiene con la implementación exitosa de BIM.

Retos en la implementación de BIM

La identificación de retos es prioritaria si se busca llevar a cabo una política pública duradera y exitosa. Para concretarlo, las acciones más destacadas son las siguientes:

1. Generar el andamiaje institucional que logre un marco colaborativo entre todas las partes (sectores público, privado, tecnológico y académico) y promueva el desarrollo integral.
2. Posicionar y consolidar una estrategia BIM integral y permanente, que trascienda administraciones y que sea independiente de ellas (obligatoriedad por ley).
3. Promover el cambio de cultura en la sociedad, en las instituciones del sector público y en las empresas privadas (posicionar la estrategia).
4. Socializar los alcances, las dimensiones, los avances y los beneficios de la metodología BIM (promover redes de colaboración).
5. Difundir los proyectos y transparentar los procesos.
6. Institucionalizar la estimación del riesgo fiscal.
7. Lograr el desarrollo técnico necesario y de capacidades para aplicar BIM (capacitación/entrenamiento).
8. Mantener cohesión entre los distintos sectores en el mediano y largo plazo.
9. Extender la implementación de BIM a la totalidad de las entidades públicas de forma gradual; principalmente, a los gobiernos regionales y locales.



RECOMENDACIONES FINALES

Garantizar una ejecución acertada de la inversión pública contribuye a disminuir los tiempos y los costos, y, por lo tanto, los riesgos fiscales en el mediano plazo. También proporciona mayor bienestar a la población mediante el incremento del acceso oportuno a los servicios públicos. El empleo de tecnologías y metodologías de colaboración por parte de los distintos sectores, que permitan una ejecución apropiada de la inversión pública, constituye una herramienta que facilita el cumplimiento de estos objetivos. Por ello, el BIM como instrumento tecnológico de colaboración entre los diferentes actores que ejecutan proyectos de inversión, requiere el liderazgo del sector público para articular los esfuerzos y así lograr su adecuada implementación.

Sobre la base de la experiencia de Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica y Perú, se señalan algunas recomendaciones para el sector público que favorecerán la implementación de BIM en la región:

- Formalizar oficialmente el plan o la estrategia para la implementación de BIM en el desarrollo de infraestructura del sector público. Esto implica: definir al responsable de la estrategia (ministerio y unidad/dirección adscrita) y los roles de los actores involucrados, y señalar

hitos y describir el plan de implementación. Brasil, Colombia, Chile y Perú cuentan con mandatos aprobados para dar curso a BIM. Chile y Perú han designado a sus ministerios de Economía como las instituciones líderes para llevar adelante esta iniciativa.

- Establecer una hoja de ruta de mediano plazo para ejecutar las actividades detalladas vinculadas a las líneas de acción para cada iniciativa BIM. Por ejemplo, en Colombia, la estrategia BIM establece cuatro pilares por alcanzar en un horizonte de siete años (2020-2026). En Perú, el PlanBIM plantea hitos por concretar durante el período 2020-2030.
- Desarrollar un área BIM en el interior del sector público. Igual que en el Reino Unido, donde se estableció el Centro Digital para la Construcción de Gran Bretaña, algunos países de América Latina han iniciado el proceso con la creación de unidades encargadas de fomentar la implementación de BIM. Cabe destacar la formación del equipo profesional interdisciplinario para la coordinación de BIM a través de Corfo, en el Ministerio de Economía de Chile.
- El rol del sector público en el fomento de BIM debe considerar las siguientes áreas prioritarias: i) comunicar una visión clara y socializar

la estrategia con todos los actores involucrados; ii) desarrollar un marco de colaboración mediante el establecimiento de reglas claras que promuevan innovación en la forma de colaborar entre los distintos *stakeholders*; iii) desarrollar las capacidades en el sector público y la industria.

- De cara a la ejecución de BIM, se recomienda utilizar la metodología en todas las etapas del ciclo de inversión (planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento), priorizar sectores y proponer proyectos piloto con base en la capacidad operativa, el capital físico y humano y la velocidad de adopción tecnológica.
- Un aspecto para resaltar en la utilización de BIM es el impacto que pueda tener sobre el equilibrio fiscal. Por eso, se recomienda institucionalizar la estimación de los riesgos fiscales y, de esta manera, poder identificarlos, evaluarlos, jerarquizarlos, administrarlos y reconocer mecanismos o estrategias de mitigación.
- Finalmente, como en toda nueva implementación en el sector público, es importante desarrollar un marco de evaluación que verifique si se están obteniendo los resultados esperados. Esto implica definir metodologías para el cálculo de ahorros a partir del uso de BIM en los proyectos seleccionados.

REFERENCIAS

- Alsina Saltarén, S., J. L. Ponz Tienda, L. Gutiérrez Bucheli y M. Sierra Aparicio. 2018. Implementation of BIM in Infrastructure: the need to address it from the public sector. *Building & Management*, 2(3), 62-72.
- BCG (Boston Consulting Group). 2016. Digital in Engineering and Construction. Boston, MA: BCG.
- BibLus. BIM in Brazil and how is it evolving: the 9 main points of the BIM-BR Strategy. 2018.. Disponible en: <https://biblus.accasoftware.com/en/bim-in-brazil-and-how-is-it-evolving-the-9-main-points-of-the-bim-br-strategy/>.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2022. Guía para la implementación de Building Information Modelling a nivel de pilotos en proyectos de construcción pública. Washington, D.C.: BID. Disponible en: <https://publications.iadb.org/es/guia-para-la-implementacion-de-building-information-modelling-nivel-de-pilotos-en-proyectos-de>.
- BIM Forum Uruguay. 2017. Disponible en: <http://www.bimforum.org.uy/>.
- CAMACOL (Cámara Colombiana de la Construcción). 2021. BIM Forum. Bogotá: CAMACOL. Disponible en: <https://camacol.co/bim-forum>.
- CDBB (Centre for Digital Built Britain). Consulta del sitio web. Disponible en: <https://www.cdbb.cam.ac.uk/>.
- Cheng, J. C. P. y L. Oigi. 2015. A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. *Journal of Information Technology in Construction* (ITcon), 20, 443-469. Disponible en: <http://www.itcon.org/2015/27>.
- Corfo (Corporación de Fomento de la Producción). 2021. Plan BIM Chile. Disponible en: <http://www.planbim.cl>.
- David, P. A. y W.E. Steinmueller. 1994. Economics of compatibility standards and competition in telecommunication networks. *Information Economics and Policy*, 6(3-4): 217-241. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/0167-6245\(94\)90003-5](http://dx.doi.org/10.1016/0167-6245(94)90003-5).
- DNP (Departamento Nacional de Planeación) y CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social). 2019. Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial, pp. 1-63. Bogotá: DNP. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf>.
- Domínguez Blanco, V. 2015. Estudio sobre la implementación de la tecnología BIM en las

- contrataciones de obra pública. Sevilla: idUS (Depósito de Investigación de la Universidad de Sevilla). Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/41359/aomaster88.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Ernst, D. y L. Kim. 2002. Global production networks, knowledge diffusion, and local capability formation. *Research policy*, 31(8): 1417-29. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00072-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00072-0).
- EU BIM Task Group. 2018. *Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector*. Disponible en: <http://www.eubim.eu/handbook/>.
- . 2018. *Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo*, pp. 1-85. Disponible en: <http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2018/02/GROW-2017-01356-00-00-ES-TRA-00.pdf>.
- FEM (Foro Económico Mundial). 2018. An Action Plan to Accelerate Building Information Modeling (BIM) Adoption. Ginebra: FEM. Disponible en: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Accelerating_BIM_Adoption_Action_Plan.pdf.
- FMI (Fondo Monetario Internacional). 2012. Fiscal Transparency, Accountability and Risk, pp. 1-54. Washington, D.C.: FMI. Disponible en: <https://www.imf.org/external/np/pp/eng/2012/080712.pdf>.
- . 2016. ¿De qué manera promueve el FMI una mayor transparencia fiscal?, pp. 1-2. Washington, D.C.: FMI. Disponible en: <https://www.imf.org/es/About/Factsheets/Sheets/2016/07/27/15/46/Encouraging-Greater-Fiscal-Transparency>.
- Herrera, L. y M. Nieto. 2008. The national innovation policy effect according to firm location. *Technovation*, 28(8), 540-550. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2008.02.009>.
- HM Government. 2013. Construction 2025. Industrial Strategy: government and industry in partnership. Londres: HM Government. Disponible en: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/210099/bis-13-955-construction-2025-industrial-strategy.pdf.
- Jiancheng, G. y C. Kaihua. 2012. Modelling the relative efficiency of national innovation systems. *Research Policy*, 41(1): 102-115. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2011.07.001>.
- Lora Rocha, O. 2017. ¿Qué son los riesgos fiscales y cómo manejarlos para una buena gestión pública? Washington, D.C.: BID. Disponible en: <https://blogs.iadb.org/gestion-fiscal/es/que-son-riesgos-fiscales-y-como-manejarlos/>.
- Mideplan (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica). 2021. Plan BIM Costa Rica. San José de Costa Rica: Mideplan. Disponible en: <http://mideplan.go.cr>.
- Ministerio de Economía y Finanzas. s/f. Documentos BIM Perú. Lima: Ministerio de Economía y Finanzas. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=esES&Itemid=102689&lang=es-ES&view=article&id=6717.
- . 2021. Plan de implementación y hoja de ruta del Plan BIM Perú, pp. 1-30. Lima: Ministerio de Economía y Finanzas. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo_RD0002_2021EF6301.pdf.
- Ministerio de Obras Públicas de Argentina. 2019. SIBIM (Sistema de implementación BIM). Buenos Aires: Ministerio de Obras Públicas de Argentina. Disponible en: <https://ppo.obraspublicas.gob.ar/sibim/library>.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. 2021. Estrategia Nacional BIM 2020-2026. Bogotá: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. Disponible en: <https://www.minvivienda.gov.co/inicio-bim>.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2020. Best Practices for Managing Fiscal Risks. Public Governance Directorate/Public Governance Committee, pp. 1-28. París: OCDE. Disponible en: [https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=GOV/PGC/SBO\(2020\)6&docLanguage=En](https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=GOV/PGC/SBO(2020)6&docLanguage=En).

- Polackova Brix, H. y A. Schick. 2002. *Government at Risk: Contingent Liabilities and Fiscal Risk*. Washington, D.C.: Banco Mundial y Oxford University Press.
- Poljansek, M. 2018. Building Information Modelling (BIM) standardization, pp. 1-28. Joint Research Center (JRC), Comisión Europea.
- Porwal, A. y K.N. Hewage. 2013. Building Information Modelling(BIM)partneringframeworkforpublic construction projects. *Automation in Construction*, 31: 204-214. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580512002439>.
- SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito Público). 2019. Estrategia para la implementación del Modelado de Información de la Construcción (MIC) en México, pp. 1-25. Ciudad de México: SHCP. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/473961/Plan_estrategico_MIC.PDF.
- Smith, P. 2014. BIM Implementation - Global Strategies. *Procedia Engineering*, 85: 482-492. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814019419>.
- Soto, C. 2018. Plan BIM. Avances 2017 - Proyección. Santiago de Chile: Corfo. Disponible en: https://bimforum.cl/wp-content/uploads/2017/11/Plan_BIM_Desarrollo_del_Programa_Carolina_Soto_CORFO.pdf.
- Udom, K. 2012. BIM: Mapping out the legal issues. National Building Specification (NBS). Disponible en: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-mapping-out-the-legal-issues>.
- Wong, A. K., F. K. Wong y A. Nadeem. 2011. Government roles in implementing building information modelling systems: Comparison between Hong Kong and the United States. *Construction innovation*, Emerald Group Publishing, 11 (1): 61-76.

